

tijdschrift van het

nederlands elektronica- en radiogenootschap

deel 57 nr. 5/6 1992

nederlands elektronica- en radiogenootschap

Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap
Postbus 39, 2260 AA Leidschendam. Gironummer 94746
t.n.v. Penningmeester NERG, Leidschendam.

HET GENOOTSCHAP

De vereniging stelt zich ten doel het wetenschappelijk onderzoek op het gebied van de elektronica en de informatietransmissie en -verwerking te bevorderen en de verbreiding en toepassing van de verworven kennis te stimuleren.

Het genootschap is lid van de Convention of National Societies of Electrical Engineers of Western Europe (Eurel).

BESTUUR

LIDMAATSCHAP

Voor lidmaatschap wende men zich tot de secretaris.
Het lidmaatschap staat open voor academisch gegradueerden en hen, wier kennis of ervaring naar het oordeel van het bestuur een vruchtbaar lidmaatschap mogelijk maakt. De contributie bedraagt *f* 60,– per jaar.

Studenten aan universiteiten en hogescholen komen bij gevorderde studie in aanmerking voor een junior-lidmaatschap, waarbij 50% reductie wordt verleend op de contributie. Op aanvraag kan deze reductie ook aan anderen worden verleend.

HET TIJDSCHRIFT

Het tijdschrift verschijnt zesmaal per jaar. Opgenomen worden artikelen op het gebied van de elektronica en van de telecommunicatie.

Auteurs die publicatie van hun wetenschappelijk werk in het tijdschrift wensen, wordt verzocht in een vroeg stadium contact op te nemen met de voorzitter van de redactiecommissie.

De abonnementsprijs van het tijdschrift bedraagt *f* 60,–. Aan leden wordt het tijdschrift kosteloos toegestuurd.

Tarieven en verdere inlichtingen over advertenties worden op aanvrage verstrekt door de voorzitter van de redactiecommissie.

REDACTIECOMMISSIE

ONDERWIJSCOMMISSIE

VAN DE REDACTIE

Zoals gebruikelijk is het laatste nummer gewijd aan de samenvattingen van promoties die in het afgelopen cursusjaar hebben plaatsgevonden aan de drie Elektrotechnische Faculteiten in Nederland.

Hierbij is uitsluitend gebruik gemaakt van de samenvattingen in de proefschriften en niet van publikaties in de pers over de promoties.

Hoewel gestreefd is naar volledigheid, zou er een proefschrift overgeslagen kunnen zijn. Wij stellen het op prijs in dat geval hiervan in kennis gesteld te worden, zodat dit proefschrift volgend jaar alsnog vermeld kan worden.

De proefschriften zijn gerangschikt per universiteit, en per universiteit staan ze op chronologische volgorde van de promotiedatum. De inhoudsopgave vermeldt de eerste pagina per universiteit. In het register staan de namen van de promovendi alfabetisch geordend, met voor elke promovendus een paginanummer en een letter die aanduidt waar de promotie plaatshad: D voor Delft, E voor Eindhoven en T voor Twente.

Elk proefschrift ligt ter inzage op de bibliotheek van de betreffende universiteit. Wanneer u behoefte heeft aan een eigen exemplaar kunt u hierom schriftelijk verzoeken bij de bibliotheek van de universiteit. Wanneer deze geen exemplaren meer voorradig mocht hebben, kunt u indien gewenst een kopie op microfiche aanvragen (alleen voor Delft en Eindhoven). Onderstaand vindt u de adressen.

Centrale bibliotheek TUD
Afdeling Periodieken en Ruil
Schuttersveld 2
2611 WE Delft

Dhr. J. Duyn
Centrale bibliotheek TUE
Postbus 513
5600 MB Eindhoven

Mevr. A.M. Tenhagen
Bureau Universiteitsbibliotheek Twente
Postbus 217
7500 AE Enschede

REGISTER

SYNCHRONOUS DETECTION IN MONOLITHICALLY INTEGRATED AM UPCONVERSION RECEIVERS

J. van der Plas
26 november 1990
Promotor: Prof.dr.ir. J. Davidse

Het onderwerp van dit proefschrift omvat het ontwerp van een synchrone detector voor een geïntegreerde AM upconversie ontvanger met een afstembereik van 150 kHz tot 30 MHz. Het ontwerp van het upconversie front-end wordt beschreven in het proefschrift van mijn collega dr.ir. J.W.Th. Eikenbroek [2].

In een traditionele downconversie ontvanger is het preselectiefilter een banddoorlaat filter dat gelijktijdig met de locale oscillator wordt afgestemd. Door het grote afstembereik zijn veel bandschakelaars en afregelingen noodzakelijk. In een upconversie ontvanger daarentegen is het preselectiefilter een vast laagdoorlaat filter en wordt de ontvanger afgestemd met uitsluitend de lokale oscillator. Hoewel dit laagdoorlatende preselectiefilter en het middenfrequentfilter niet op een chip te implementeren zijn, is het upconversie principe veel beter geschikt voor integratie.

De hoge middenfrequentie die samenhangt met het upconversie principe vereist een nauwkeurige lokale oscillator frequentie en centrale frequentie van het middenfrequentfilter samen met een smalle relatieve bandbreedte van dit middenfrequentfilter. Dit heeft als gevolg dat de lokale oscillator synthesizer gestuurd moet zijn met een uiterst nauwkeurig referentie kristal, terwijl het middenfrequentfilter moet worden geïmplementeerd als een kwarts (oppervlaktegolf) filter. Aangezien het niet mogelijk is om de vereiste (nabuur) selectiviteit bij de eerste middenfrequentie (70 MHz of 40 MHz) te realiseren, dient de aanvullende selectiviteit te worden gerealiseerd in een tweede en lagere middenfrequentie. Synchrone detectie wordt voorgesteld als een integratie vriendelijke methode voor het verkrijgen van aanvullende selectiviteit met behulp van integreerbare laagdoorlaat filters, zonder daarbij extra spiegelkanalen te introduceren.

Voor het front-end is volgens [2] een dynamisch bereik van 120 dB en een stopband selectiviteit van 40 dB haalbaar, terwijl een totale stopband selectiviteit van 90 dB vereist is. De stopband selectiviteit van de synchrone detector dient zodoende 50 dB te zijn. De signaaldynamiek kan met een middenfrequent AGC versterker worden teruggebracht tot 80 dB. Deze specificaties betreffende de selectiviteit en het dynamisch bereik resulteren in een specificatie betreffende het tweede- en derde orde intermodulatievrij dynamisch bereik (IMFDR) van respectievelijk 105 dB en 110 dB voor de circuits in het front-end en respectievelijk 70 dB en 77 dB voor de circuits in de synchrone detector.

Het vereiste IMFDR van het front-end en de synchrone detector kan alleen worden bereikt indien alle mixers, inclusief de fasedetector van de draaggolf regeneratie PLL, worden geïmplementeerd als schakelende dubbelgebalanceerde long-tailed pair mixers. De implementatie van de synchrone mixers en de daarbij behorende berekeningen aangaande de overdracht, het schakelgedrag, het ruisgedrag en de distorsie worden behandeld in paragraaf 3.1.

De overdracht van een long-tailed pair mixer en daarmee de versterkingsfactor van de fasedetector is afhankelijk van het gewenste draaggolfniveau waarop de PLL staat vergrendeld. Om nu een groot dynamisch bereik van het ingangssignaal aan te kunnen wordt een post-detectie AGC systeem in de synchrone detector geïmplementeerd, die zorgt voor een constante lusversterking van de PLL en een constant uitgangsniveau van het audiosignaal. De laagfrequente AGC versterkers zijn opgebouwd rond een enkel Gilbert quad. Een prototype van dit post-detectie AGC systeem is geïmplementeerd op een 500 MHz bipolaire analoge array. Het behaalde regelbereik van 55 dB en het behaalde dynamisch bereik van 90 dB is voldoende om aan de specificaties van de synchrone detector in zijn geheel te kunnen voldoen.

Een tweede nog veel groter probleem, inherent aan het hoge dynamisch bereik van ingangssignalen, wordt veroorzaakt door offset in de post-detectie circuits. Om offset spanningen en de temperatuurdrift daarvan automatisch te compenseren met een minimale spectrale vervuiling van het oscillatorsignaal worden autozero technieken in de synchrone detector toegepast. Dit in tegenstelling tot het compenseren van offsetspanningen met choptechnieken, die het oscillatorsignaal spectraal ernstig vervuilen en daarmee de selectiviteit verslechteren.

De specificaties van de laagfrequente autozero circuits leiden niet tot specifieke implementatieproblemen, indien deze circuits gecombineerd met de overige circuits worden geïmplementeerd in eem BIMOS technologie. De specificaties aangaande het IMFDR en de demping in de uittoestand van de middenfrequentschakelaar kunnen worden bereikt met een bipolaire long-tailed pair schakelaar. Indien deze schakelaar wordt gerealiseerd met CMOS transmissie poorten kan aan de dempingseis in de uittoestand waarschijnlijk niet worden voldaan.

De rustfrequentie van de VCO moet zeer nauwkeurig vastliggen om onder andere foutieve vergrendelingen op nabuurdraaggolven te voorkomen. Een extra kwarts kristal voor deze VCO kan worden vermeden indien deze rustfrequentie wordt afgeleid van de referentie frequentie van de locale oscillator. Aan de vereiste signaal ruisverhouding kan worden voldaan met een integreerbare oscillator.

In Hoofdstuk 3 wordt de implementatie van het hoogfrequent gedeelte van de synchrone detector op een 3 GHz bipolaire array beschreven. Dit prototype omvat de synchrone mixers, de middenfrequent autozero schakelaars en de quadratuur oscillator, waarbij de laatste is opgebouwd uit wederzijds gekoppelde regeneratieve oscillatoren. Zowel de berekende als de gemeten kwaliteitseigenschappen zijn voldoende teneinde de selectiviteit en het dynamisch bereik van de synchrone detector in zijn geheel te garanderen.

Het ontwerp van een tijdcontinu audio laagdoorlaat filter, dat de vereiste kanaalselectiviteit moet leveren, wordt beschreven in Hoofdstuk 4. Een maximaal dynamisch bereik voor audio frequenties wordt bereikt indien het actieve filter wordt opgebouwd rond Miller integratoren, waarin gate gestuurde MOS weerstanden worden toegepast als resistieve elementen. Met dit type integratoren kunnen de nadelige effecten van 1/f ruis worden vermeden en kan het ruisniveau van de versterkers lager worden gehouden dan de onvermijdbare thermische ruisvloer van de weerstanden. Voor het vastleggen van de afsnijfrequentie wordt een nieuw type automatisch afstemsysteem voorgesteld dat een minimum aan extra circuit vereist en een minimale rimpel op de stuurspanning van de MOS weerstanden introduceert. Een prototype audiofilter is geïntegreerd in het PHILIPS L422 BIMOS process, waarbij een dynamisch bereik van ruim 90 dB is bereikt

met een totale chip oppervlakte van ongeveer 3.5 vierkante millimeter.

De resultaten van berekeningen en metingen in dit hoofdstuk bevestigen de technische haalbaarheid van synchrone detectie voor het verkrijgen van aanvullende selectiviteit van tenminste 50 dB. Echter, vanwege de extra schakelingen die nodig zijn voor het regenereren van de draaggolf lijkt dit type ontvanger economisch minder aantrekkelijk voor de consumentenmarkt.

* * *

CONTEXT-DRIVEN CHANNEL ROUTING

P.R. Groeneveld
6 juni 1991
Promotor: Prof.dr.ir. R.H.J.M. Otten

Dit proefschrift behandelt het bedradingsprobleem op complexe geïntegreerde schakelingen (IC's). Er wordt een aantal algoritmen gepresenteerd voor het automatisch genereren van een bedradingspatroon.

Een moderne geïntegreerde schakeling bestaat uit een zeer groot aantal onderdelen. IC's met meer dan 1.000.000 transistoren zijn tegenwoordig al geen uitzondering meer. Een bedradingspatroon moet ervoor zorgdragen dat deze onderdelen op een zinvolle wijze met elkaar verbonden worden. Het converteren van een schematische beschijving van de verbindingen tussen de onderdelen in een fysiek bedradingspatroon op de chip is daarom geen sinecure. Het doel van het ontwerpproces is om de schemabeschrijving op een zo klein mogelijk chipoppervlak te realiseren. Hierbij moet tevens aan een aantal procesvoorschriften en electrische specificaties worden voldaan. Op de meeste IC's neemt het bedradingspatroon meer dan de helft van het oppervlak in beslag. De kwaliteit van het gebruikte bedradingssysteem is zeer belangrijk, aangezien de fabricagekosten vrijwel uitsluitend afhangen van het chipoppervlak (en niet van het aantal transistoren).

De chip bestaat uit een aantal onderdelen, die ieder voor zich weer uit andere onderdelen bestaan. Alleen dankzij deze hiërarchie blijft het ontwerp te overzien. Op elk hiërarchisch niveau wordt een aantal onderdelen samengevoegd tot een nieuw onderdeel. In de meeste gevallen gebeurt dit samenvoegen uitsluitend door het genereren van een bedradingspatroon tussen de onderdelen. Ook dit z.g. *'place and route'* process valt uiteen in een aantal stappen. Ten eerste worden de onderdelen geplaatst. Vervolgens wordt een globaal pad gezocht voor elke verbinding in het schema. Dit pad beschrijft grofweg de manier waarop de draad tussen de onderdelen door laveert. Hierna worden de bedradingsruimten opgedeeld in zogenaamde *kanalen*. Als laatste stap worden de uiteindelijke bedradingspatronen per kanaal gegenereerd door een *kanaalbedrader.* De opdeling in kanalen is zeer gunstig omdat kanaalbedraders als enige kunnen garanderen dat alle draden ook daadwerkelijk gerealiseerd kunnen worden. In dit proefschrift worden een aantal algoritmen gepresenteerd voor het automatisch genereren van het fysieke bedradingspatroon in een kanaal. De algoritmen zijn specifiek gericht op een goede aanpassing van het kanaal met de omringende onderdelen.

Veel kanaalbedraders genereren bedrading op een gaaspatroon: het z.g. *'grid'*. In hoofdstuk 3 wordt een nieuw algoritme gepresenteerd dat gebruikmaakt van een aantal contouren in plaats van het grid. Hierdoor wordt een betere afstelling op de fabricagetechnologie verkregen. Niet alleen kunnen hierdoor compactere bedradingspatronen gegenereerd worden. Het concept biedt ook de mogelijkheid om een van de meest notoire kanaalbedradingsproblemen grotendeels te voorkomen. In hoofdstuk 2 wordt het basisconcept van het algoritme geïntroduceerd. Bovendien worden de eigenschappen ervan vergeleken met die van conventionele kanaalbedradingsalgoritmen. Een grid-gebaseerde versie van het algoritme wordt gepresenteerd in hoofdstuk 4. Deze laatste ontwikkeling past uitstekend in de context van een nieuw type chip, de z.g. *'sea-of-gates'*. In hoofdstuk 5 wordt vervolgens ingegaan op het samenvoegen van de kanalen tot een groot bedradingspatroon.

Aan de opdeling in kleinere bedradingsgebieden kleven ook een aantal nadelen. Zo kruist het pad van vele draden een aantal kanalen. Door de onafhankelijke bedrading van de kanalen is het mogelijk dat deze draden onnodig door elkaar lopen en verward raken. Hierdoor wordt ruimte verspild. In hoofdstuk 6 wordt een nieuw algoritme voor het ordenen van deze draden gepresenteerd.

Tenslotte wordt in hoofdstuk 7 een krachtig plaatsings- en bedradingssysteem gepresenteerd. In dit systeem worden veel van de eerder gepresenteerde algoritmen toegepast. De resultaten van tests met een aantal gestandaardiseerde testcircuits wijzen erop dat dit systeem de vergelijking met internationaal gerenommeerde systemen glansrijk kan doorstaan. Zowel het concept van de kanaalbedrader als de methode om de draden te ordenen worden ondertussen al industrieel toegepast voor de fabricage van grote IC's.

* * *

PEL-RECURSIVE MOTION ESTIMATION FOR IMAGE CODING

L. Böröczky
18 juni 1991
Promotoren: Prof.dr.ir. J. Biemond en Prof. K. Fazekas, M.Sc.

Het bepalen van bewegingsinformatie uit een sequentie van beelden is van groot belang voor de verwerking van beeldsequenties. Het brede toepassingsgebied, waarbij bewegingsschatting gebruikt wordt, omvat het automatisch volgen en herkennen van bewegende voorwerpen bij *'traffic monitoring'* en defensieonderzoek, de automatische navigatie van voertuigen, de inspectie van bewegende voorwerpen bij *'robot vision'*, en de analyse van het menselijk hart en andere bewegende objecten bij biomedisch onderzoek. Bewegingsschatting is ook zeer belangrijk bij de codering van beeldsequenties, waarbij de datacompressie efficiënter kan plaatsvinden wanneer gebruik gemaakt kan worden van de hoge temporele afhankelijkheden tussen beelden in de richting van de beweging. Er is een groeiende belangstelling voor het verzenden van beeldsequenties (denk bijvoorbeeld aan de beeldtelefoon en het videovergaderen) bij lage bitsnelheden via het Integrated Services Digital Network (ISDN). Bij deze toepassing is het doel het zo efficiënt mogelijk verzenden van beeldsequenties, waarbij een zekere mate van verlies van beeldkwaliteit geaccepteerd wordt. Hiertoe worden hoogwaardige codeertechnieken, die compenseren voor de beweging, aangewend, waarbij de beweging van voorwerpen tussen opeenvolgende beelden gebruikt wordt om de bandbreedte te verminderen. Bewegingsinformatie is ook van belang bij codeeralgoritmes voor digitale TV en High Definition TV (HDTV) voor het breedband ISDN dat gebaseerd zal zijn op glasvezeltechnieken.

Bij bewegingsgecompenseerde beeldcodering wordt de beweging gerepresenteerd door een zogeheten *'motion field'* dat de projectie van 3-D beweging op het beeldvlak is. De schattingstechnieken zijn voornamelijk gebaseerd op 2-D translatie of algemene (translatie en rotatie) modellen en kunnen worden onderscheiden in *'block-matching'* en pixel-recursieve algoritmen. Bij *block-matching* wordt aan een blok van bewegende pixels één translatievector toegekend, terwijl pixel-recursieve technieken een

'full-resolution motion field' schatten met een niet geheeltallige nauwkeurigheid.

In dit proefschrift worden pixel-recursieve technieken beschouwd in de context van een beeldcodeeromgeving. De zogeheten Wiener-based bewegingsschatter, zoals voorgesteld door Biemond e.a., wordt in detail bekeken. Een aantal nieuw ontworpen, gegeneraliseerde versies van het algoritme worden gepresenteerd die beter presteren dan het originele algoritme. Daarnaast worden enkele effectieve uitbreidingen voorgesteld om de numerieke stabiliteit van de algoritmes te verbeteren.

In hoofdstuk 2 wordt een kort overzicht gegeven van bewegingsschatters dat onder meer de beschrijving van 3-D beweging, *'motion field'* modellen en 3-D bewegingsschatting bevat. Ter introductie van het onderwerp van dit proefschrift worden twee belangrijke klassen van technieken, *block-matching* en pixel-recursieve technieken, kort beschreven.

In hoofdstuk 3 wordt de pixel-recursieve Wiener-based schatter behandeld. Allereerst wordt een theoretische analyse van het originele algoritme (Methode 1) gemaakt. In de analyse van de convergentie wordt bewezen dat Methode 1 onder zekere voorwaarden convergeert naar de werkelijke beweging. De vraag of het algoritme al dan niet convergeert naar de werkelijke beweging is lastig, omdat de prestaties van bewegingsschatters sterk afhangen van de spatiële beeldinhoud, de initiële waarde bij de iteraties, de instelling van de demping parameter, etc.

Hierna worden de aannames zoals die bij de afleiding van het originele algoritme gedaan zijn zowel theoretisch als praktisch geanalyseerd. In het algemeen blijken de aannames niet te voldoen en dit heeft ons gemotiveerd om een algemene Wiener-based schatter af te leiden die niet gebaseerd is op bovengenoemde aannames. Enkele schatters voor de parameters van het regressiemodel dat ten grondslag ligt aan het nieuwe algoritme worden gepresenteerd als Methoden 2, 3 en 4. Experimentele resultaten op textuur en *'real-life'* plaatjes laten zien dat deze algoritmen beter presteren dan het originele Wiener algoritme. De diverse parameters (zoals de grootte en vorm van het gebruikte venster, het aantal uitgevoerde iteraties, de identificatie van de covariantiematrices etc.) en de *'validity'* van beeld- en bewegingsmodellen hebben een sterke invloed op de robuustheid en de convergentiesnelheid van elk algoritme.

Het belangrijkste aspect bij Methoden 2, 3 en 4 is de identificatie van de vereiste statistische grootheden (covariantiematrices en verwachtingen) tijdens de schattingsprocedure. Twee technieken worden gepresenteerd: de Monte Carlo methode en de methode van lokale statistieken. De laatstgenoemde is een effectieve techniek die de complexiteit van het algoritme nauwelijks vergroot.

Om de numerieke stabiliteit van de bovengenoemde technieken te verhogen wordt een lineaire zoektechniek in de richting van de geschatte bewegingsvector gebruikt. Zelfs voor de eenvoudige *'bisection'* lineaire zoektechniek betekende dit een significante verbetering van alle schatters.

Net als op andere toepassingsgebieden zijn de complexiteit en de prestatie van bewegingsschatters bij beeldcodering tegenstrijdige vereisten. Ter voorkoming van deze tegenstrijdigheid is een adaptieve versie van het originele algoritme ontworpen die beter presteert dan het originele algoritme, maar zonder dat de complexiteit veel toeneemt.

In hoofdstuk 4 worden de bovengenoemde algemene Wiener-based technieken uitgebreid naar algemene 2-D beweging bestaande uit rotatie en translatie. Een theoretische analyse (van de convergentie en van de aannames) wordt ook gegeven. De experimentele resultaten laten zien dat deze uitbreiding niet resulteert in een grote verbetering van de pixel-recursieve schatters voor codeertoepassingen, zelfs niet wanneer een complexer model wordt gebruikt. Niettemin kan deze extensie bruikbaar zijn in andere toepassingen zoals robotica waar het doel van bewegingsschatting het vinden is van juiste schattingen voor de bewegingsparameters.

In hoofdstuk 5 worden de resultaten van simulaties van de voorgestelde schatters voor zowel translatie als algemene 2-D beweging gepresenteerd. De talrijke experimentele resultaten illustreren de prestaties van de voorgestelde technieken en bieden mogelijkheden voor een vergelijking van de schattingskarakteristieken.

Naar aanleiding van de theoretische analyse en de experimentele resultaten kunnen we concluderen dat de gegeneraliseerde Wiener-based schatters en de uitgebreide algoritmen beter presteren dan het originele algoritme indien de gebruikte beeld- en bewegingsmodellen de beweging juist beschrijven. Als de initiële aannames niet juist zijn, bijvoorbeeld wanneer de intensiteiten in de richting van de beweging veranderen, de objecten niet star zijn, of wanneer er occlusie optreedt, treedt er een trage convergentie of zelfs divergentie op. Daarnaast zijn de prestaties van de algoritmen sterk afhankelijk van de gekozen parameterinstellingen, waaronder de grootte en vorm van het venster en de identificatie van de covariantiematrices. Om het *'motion field'* voldoende nauwkeurig te schatten onder gebruikmaking van zo min mogelijk iteraties is het van belang om de juiste parameterinstelling van het algoritme te vinden, gegeven een sequentie die gecodeerd moet worden. Ten gevolge hiervan is het moeilijk om de vraag, welk algoritme het beste is voor bewegingsgecompenseerde codering, te beantwoorden; dit hangt sterk af van de beeldsequentie, de grootte en complexiteit van de beweging en de mogelijke hardware complexiteit van het algoritme gegeven de real-time constraints. Dit proefschrift eindigt met een samenvatting van nieuwe vragen die tijdens het hier gepresenteerde onderzoek opkwamen en die gezien kunnen worden als onderwerp voor toekomstig onderzoek.

* * *

INTEGRATED OPTICS IN SILICON-BASED ALUMINIUM OXIDE

M.K. Smit

18 juni 1991

Promotor: Prof.dr. G.A. Acket

Opto-electronica is één van de snelst ontwikkelende technologieën van onze tijd. De halfgeleiderlaser werd al commercieel toegepast binnen tien jaar na zijn "geboorte" in 1970 en bracht met de compact-disc afspeelapparatuur een omwenteling teweeg op audiogebied. De toepassing van optische technologie in het toekomstige lokale telecommunicatienet zal nog grotere economische en maatschappelijke gevolgen hebben. In het interlokale net heeft de glasvezel de koperkabel nu reeds verdrongen. In het komende decennium zal dat ook in het lokale net gaan gebeuren en zal de abonnee zijn informatie via een glasvezel aangeleverd krijgen. Dit zal een enorme markt openen voor opto-electronische schakelingen.

De Technische Universiteit Delft zette de eerste stappen op het gebied van de glasvezelcommunicatie in 1977. In dat jaar startte professor H. Blok van de vakgroep Theoretische Electriciteitsleer (thans: Electromagnetisme) een college over de theorie van optische golfgeleiding. In 1979 werd dat college verbreed tot een college "Techniek van de glasvezelcommunicatie", dat gedoceerd werd door de hoogleraars H. Blok, L. Bordewijk (Transmissie van informatie) en L. Krul (Microgolftechniek). In 1981 werd G.A. Acket, leider van de groep "Physics of Optical and Microwave Devices" van het Natuurkundig Laboratorium van de N.V. Philips' Gloeilampenfabriek, benoemd tot deeltijdhoogleraar in de techniek van de glasvezelcommunicatie bij de vakgroep Microgolftechniek (thans Telecommunicatie- en Teleobservatietechnologie - TTT) van de afdeling der Electrotechniek.

Naast een tweetal colleges op het gebied van de glasvezelcommunicatietechniek startte Acket ook een onderzoekproject op het gebied van de geïntegreerde optica, die toen nog in de kinderschoenen stond. Als materiaal voor de optische golfgeleiders werd in eerste instantie gekozen voor aluminiumoxyde, een materiaal waarmee ruime ervaring bestond voor het coaten van laserspiegels. De overstap naar de vanuit technisch oogpunt bezien meer interessante - maar ook meer gecompliceerde - III-V halfgeleiders werd voorzien nadat eerst ervaring zou zijn opgedaan met aluminiumoxyde.

Ik had het genoegen vanaf het begin bij dit onderzoek betrokken te zijn geweest. Het voorliggende proefschrift beschrijft de belangrijkste resultaten van het onderzoekprogramma op het gebied van passieve optische componenten, zoals dat bij de vakgroep Telecommunicatie- en Teleobservatietechnologie is uitgevoerd in de periode van 1983 tot 1991. De resultaten van dit onderzoek zijn breder toepasbaar dan alleen voor aluminiumoxyde golfgeleiders. Doordat de golflengte van licht uit een He-Ne laser (633 nm) in een aluminiumoxyde golfgeleider vrijwel gelijk is aan die van licht met een vacuümgolflengte van 1300 nm (samen met 1550 nm de belangrijkste golflengten voor telecommunicatie) in een InGaAsP golfgeleider, zijn deze golfgeleidersystemen optisch bezien vrijwel identiek. Een ontwerp dat in het ene systeem is ontwikkeld, zou daarom ook in het andere moeten werken. Recente experimenten wijzen uit dat dit inderdaad het geval is.

In het proefschrift worden de volgende onderwerpen behandeld:

* **De ontwikkeling van aluminiumoxyde golfgeleiders met geringe optische verliezen (0.35 dB/cm bij een golflengte van 1300 nm).** Het fabricageproces van de aluminiumoxydefilms en de warmtebehandeling, die nodig is om de verliezen te reduceren, worden behandeld in hoofdstuk 2. Hoofdstuk 3 behandelt het ontwerp en de vervaardiging van golfgeleiders in deze films.
* **Een genormaliseerde methode om gebogen optische golfgeleiders, met inbegrip van de aansluiting aan rechte golfgeleiders, optimaal te kunnen ontwerpen (met minimale verliezen).** De normalisatiemethode wordt uitgelegd in hoofdstuk 4. Tevens worden enkele empirische formules gegeven, die het mogelijk maken een optimale bocht te ontwerpen met behulp van een zakrekenmachine.
* **De ontwikkeling van compacte richtingskoppelaars met een geringe gevoeligheid voor variaties in het fabricageproces.** Deze ontwikkeling is begonnen met het ontwerp van conventionele Two-Mode Interference (TMI) koppelaars. Via een tweetal modificaties ter verbetering van de eigenschappen, heeft zij geleid tot een nieuw type richtingskoppelaar, dat gebaseerd is op de afbeeldende eigenschappen die multimodale golfgeleiders bezitten door het interferentiegedrag van de modi. Het onderzoek aan deze veelbelovende koppelaars, die we Multi-Mode Interference (MMI) koppelaars genoemd hebben, wordt voortgezet door L.B. Soldano bij de TU Delft en E.C.M. Pennings bij Bellcore, Red Bank (NJ), USA. In hoofdstuk 5 worden de resultaten behandeld die behaald zijn met conventionele en gemodificeerde TMI-koppelaars en wordt de werking van MMI-koppelaars besproken.
* **De toepassing van optische *'phased arrays'* voor het ontwerp van golflengtedemultiplexers, golflengtefilters en polarisatiesplitsers.** Optische *phased arrays* vormen een alternatief voor gekromde planaire tralies. Ze kunnen met behulp van conventionele optische lithografie worden gerealiseerd in hetzelfde proces als de golfgeleiders, waardoor de extra processtappen die benodigd zijn voor holografische of electronenbundel-lithografie worden vermeden. Experimentele resultaten wijzen uit dat deze nieuwe componenten goede eigenschappen combineren met geringe afmetingen. In hoofdstuk 6 worden de werking en het ontwerp ervan behandeld en worden de experimentele resultaten beschreven.
* **Nauwkeurigheidsanalyse van brekingsindex- en filmdiktegegevens die verkregen zijn met behulp van ellipsometrie.** Geautomatiseerde meetopstellingen voor het bepalen van de dikte en de brekingsindex van transparante films op siliciumsubstraten zijn op tal van plaatsen in gebruik. De nauwkeurigheid van deze methode hangt sterk af van de specifieke eigenschappen van film en substraat. Kennis hiervan is belangrijk om tot betrouwbare meetresultaten te komen. Hoofdstuk 7 geeft de resultaten van een onderzoek naar de nauwkeurigheid van deze methode met behulp van een *'Bounded Error'* schattingstechniek.
* **Een onderzoek naar het rendement van het inkoppelen van licht in zeer smalle golfgeleiders met behulp van de prismakoppelmethode.** Als de effecten van diffractie op het inkoppelrendement in rekening worden gebracht blijkt dat dit rendement optimaal (hoewel vrij laag) is wanneer de in te koppelen bundel niet te sterk gefocusseerd wordt. Vanuit het oogpunt van meettechniek is dit een gunstig resultaat, daar een zwak gefocusseerde bundel het inkoppelen in een golfgeleider makkelijker maakt en de gevoeligheid voor trillingen vermindert. Theorie en experimenten worden besproken in hoofdstuk 8. Tevens wordt daar een overzicht gegeven van de meetmethoden die binnen de vakgroep zijn ontwikkeld.
* **Een nieuwe methode om de sterk afgeplatte intensiteitsverdelingen in planaire golfgeleiders aan te passen aan de circulaire verdeling van een glasvezelmode.** Het afgeplatte profiel wordt omgezet in een circulair profiel, dat aangepast is aan de glasvezel, door het golfgeleideruiteinde geleidelijk in dikte te laten afnemen (*'taperen'*). Dit kan gebeuren met behulp van een eenvoudige polijststap. De werking van deze methode, alsmede de experimentele resultaten, worden behandeld in hoofdstuk 9.

Het werk, dat in dit proefschrift behandeld is, kon alleen tot stand komen door een intensieve samenwerking met talrijke medewerkers, zowel collega's als studenten, en steun van familieleden. Ik ben hen dankbaar voor hun bijdragen en hun steun (een gedetailleerd overzicht is te vinden in de "acknowledgements" aan het eind van dit proefschrift).

* * *

THE IMPLEMENTATION OF A SYSTEM DESCRIPTION LANGUAGE AND ITS SEMANTIC FUNCTIONS

C. van Reeuwijk

10 september 1991

Promotoren: Prof.dr.ir. J. Davidse en Prof.dr.ir. R.T. Boute

Dit proefschrift beschrijft een taal om willekeurige systemen te beschrijven, genaamd *Glass*. Een belangrijke eigenschap van Glass is dat het meerdere interpretaties van de systeembeschrijvingen toestaat. Bijvoorbeeld, wanneer digitale circuits beschreven worden in Glass, is het mogelijk van deze beschrijving een programma af te leiden om het gedrag van een circuit te simuleren, en voor Glass beschrijvingen van geschikte analoge circuits is het mogelijk een invoer file af te leiden voor een circuit simulatie programma zoals Spice. Elk van deze interpretaties wordt een *semantische functie* genoemd. Men kan zeggen dat Glass *meerdere semantieken* heeft.

Het bezit van meerdere semantieken is alleen nuttig als het eenvoudig is nieuwe semantische functies op Glass te definiëren. Daarom moeten moeilijke delen van de semantische functie, zoals ontleding en controle van de correctheid van de beschrijving, ter beschikking worden gesteld aan de

auteur van semantische functies, zodat alleen het essentiële deel van de semantische functie geschreven moet worden. Daarom heb ik een programma gemaakt, *Tm* genaamd, om de code te genereren die noodzakelijk is om te communiceren met de ontledings- en controleprogramma's. Tm is in staat code te genereren voor een aantal programmeertalen, en levert daarmee meer flexibiliteit in de implementatie van de semantische functies. Tm is een algemeen bruikbaar programma: het is ook gebruikt om code te genereren voor andere programma's, inclusief Ampdes.

Ik heb als voorbeeld ook een aantal semantische functies geschreven, gebruik makend van deze ondersteuning. Deze voorbeeld programma's zijn ontworpen om gebruikt te worden in een synthese programma voor hoogwaardige versterkers dat ontwikkeld wordt bij de Vakgroep Electronica. Dit programma heet *Ampdes*. Ampdes zelf wordt ook beschreven.

* * *

TRANSIENT DIFFUSIVE ELECTROMAGNETIC FIELDS IN LAYERED ANISOTROPIC MEDIA

L. Combee
1 oktober 1991
Promotor: Prof.dr.ir. A.T. de Hoop

Het onderzoek dat in dit proefschrift wordt gepresenteerd, heeft een nieuwe methode ter berekening van transiënte electromagnetische velden in gelaagde anisotrope media tot onderwerp. Dergelijke velden zijn van belang voor de exploratiegeofysica, d.w.z. bij de bepaling van de structuur van de aardbodem en de opsporing van de plaats waar minerale afzettingen, aardgas en aardolievelden zich bevinden. Recente toepassingen zijn: onderzoek naar het voorkomen van grondwater in droge gebieden en het lokaliseren van historisch interessante metalen voorwerpen.

Het transiënte electromagnetische veld wordt gegenereerd door een pulserende bron, bijvoorbeeld een op het aardoppervlak gelegen draadlus of spoel waarin een electrische stroom herhaald wordt in- en uitgeschakeld. Voor het verkrijgen van meetgegevens worden magnetometers of inductiespoelen als ontvangers gebruikt. De electromagnetische eigenschappen van de aarde worden gekarakteriseerd door de tensoriële electrische soortelijke geleiding en de tensoriële magnetische permeabiliteit. De anisotropie van de aarde komt in deze materiaaltensoren tot uitdrukking; zij is veelal het gevolg van de aanwezigheid van met water gevulde microscopisch kleine, onderling evenwijdige scheuren in sedimentaire aardlagen. Kennis omtrent de propagatie-eigenschappen van de opgewekte electromagnetische velden in (quasi-) gelaagde anisotrope media maakt het mogelijk om op basis van uit veldonderzoek verkregen meetresultaten een beeld te vormen van de (lokale) electrische eigenschappen van de aardbodem.

De tijdschaal waarop de responsie van de aarde ten gevolge van een gepulste excitatie wordt gemeten, is in het algemeen zodanig dat in dat tijdinterval de diëlektrische verschuivingsstroom verwaarloosd kan worden ten opzichte van de electrische geleidingsstroom. Het electromagnetische veld vertoont in dit tijdinterval een diffusiegedrag en wordt aangeduid als het transiënte electromagnetische diffusieveld. In deze diffusiebenadering speelt de electrische permittiviteit geen rol.

Het doel van het in dit proefschrift beschreven onderzoek is het ontwikkelen van een analytische methode waarmee het gedrag van deze transiënte electromagnetische diffusievelden in een gelaagd, willekeurig anisotroop medium bestudeerd kan worden. De praktische toepasbaarheid van de in deze theoretische studie afgeleide analytische methode wordt getest aan de hand van een aantal representatieve modellen van een gelaagde aardbodem.

Uitgaande van de vergelijkingen van Maxwell wordt, door achtereenvolgens een Laplacetransformatie naar de tijd en een Fouriertransformatie naar de horizontale plaatscoördinaten uit te voeren, een stelsel gewone lineaire differentiaalvergelijkingen verkregen. Hierin is de verticale plaatscoördinaat de onafhankelijk veranderlijke en zijn de horizontale componenten van het electrische en magnetische veld de afhankelijk veranderlijken. In Hoofdstuk 3 wordt aangetoond dat - voor een homogeen medium - de oplossing van dit stelsel differentiaalvergelijkingen geschreven kan worden als de som van twee opwaarts danwel twee neerwaarts diffunderende electromagnetische velden, afhankelijk van de positie van het punt van waarneming ten opzichte van de lokatie van de bron. De terugtransformatie van deze oplossing naar het ruimte-tijddomein wordt uitgevoerd met een aangepaste versie van de gewijzigde methode van Cagniard. Met deze methode, die reeds met succes werd gebruikt bij de bestudering van de propagatie van gepulste golven in gelaagde verliesvrije media, wordt de inverse Fouriertransformatie naar het ruimte-Laplacedomein op een zodanige wijze herschreven, dat de resulterende uitdrukking herkend kan worden als een standaardvorm van de Laplace-integraal. Op deze manier worden voor de electromagnetische veldcomponenten integraaluitdrukkingen verkregen die op een eenvoudige wijze kunnen worden geëvalueerd.

In Hoofdstuk 4 wordt de theorie uitgebreid tot transiënte electromagnetische velden in gelaagde anisotrope media. De randvoorwaarden die voor het electrische en magnetische veld ter weerszijden van een scheidingsvlak tussen twee media met verschillende electromagnetische eigenschappen gelden, leiden tot de invoering van reflectie- en transmissiecoëfficiënten. De koppeling tussen de op- en neerwaarts diffunderende electromagnetische velden ter weerszijden van een scheidingsvlak komt in deze coëfficiënten tot uitdrukking. Op het niveau van de bron leiden de randvoorwaarden tot extra brontermen, die de koppeling tussen de bron en de op- en neerwaarts diffunderende electromagnetische velden tot uitdrukking brengen.

Door vervolgens op recursieve wijze opeenvolgende reflecties en transmissies in de beschouwing te betrekken, is het mogelijk een uitdrukking voor de electromagnetische veldcomponenten af te leiden die zodanig van bouw is, dat de terugtransformatie naar het ruimte-tijddomein kan worden uitgevoerd met behulp van de in Hoofdstuk 3 behandelde aangepaste versie van de gewijzigde methode van Cagniard.

De in de Hoofdstukken 3 en 4 afgeleide theorie is gebaseerd op een gepulste excitatie van het electromagnetische diffusieveld via een electrische of magnetische dipool, dat wil zeggen een bron van oneindig kleine afmetingen. In Hoofdstuk 5 wordt de theorie uitgebreid tot de gepulste excitatie van het electromagnetische diffusieveld via een rechthoekige draadlus van eindige afmetingen. Door de eindige afmetingen van de bron reeds in het ruimte-Laplacedomein in rekening te brengen worden, voorafgaand aan de terugtransformatie naar het ruimte-tijddomein, uitdrukkingen voor de componenten van het electrische en magnetische veld verkregen waarin alleen bijdragen van de vier hoekpunten van de draadlus voorkomen. De vier resulterende uitdrukkingen kunnen met de in Hoofdstuk 3 behandelde aangepaste versie van de gewijzigde methode van Cagniard teruggetransformeerd worden naar het ruimte-tijddomein. Op deze wijze is aanzienlijk minder rekentijd nodig om de responsie van een gelaagd anisotroop medium ten gevolge van de gepulste excitatie door middel van een draadlus uit te rekenen dan op de, uit de literatuur bekende, conventionele manier waarbij de integratie van elementaire dipoolbronnen langs de draadlus wordt uitgevoerd in het ruimte-tijddomein.

In Hoofdstuk 6 wordt nagegaan welke vereenvoudigingen in de theorie mogelijk zijn indien de materialen electromagnetisch isotroop zijn. Het blijkt, dat voor alle in het Laplace-Fourierdomein voorkomende grootheden exacte en eenvoudige analytische uitdrukkingen worden verkregen. Voor een aantal eenvoudige configuraties blijkt, dat de terugtransformatie naar het ruimte-tijddomein expliciet kan worden uitgevoerd. In deze gevallen kunnen exacte uitdrukkingen voor de desbetreffende veldgrootheden worden verkregen. Tenslotte wordt een vergelijking gemaakt tussen de responsies van de aarde op de gepulste excitatie via achtereenvolgens een vierkante draadlus en via een cirkelvormige draadlus.

De in dit proefschrift beschreven analytische methode ter berekening van het transiënte electromagnetische diffusieveld is vervolgens numeriek geïmplementeerd. In Hoofdstuk 7 worden voor een aantal voor de exploratiegeofysica relevante configuraties resultaten gepresenteerd en geanalyseerd. Achtereenvolgens komen aan de orde:

- Isotrope media. Specifieke aandacht wordt besteed aan de invloed van karakteristieke parameters zoals electrische soortelijke geleiding en laagdikte op de responsie van een gelaagde isotrope aarde. Onderscheid wordt gemaakt tussen het geval dat bron en ontvanger op het scheidingsvlak tussen lucht en aarde gelegen zijn en het geval dat bron en ontvanger op het scheidingsvlak tussen zeewater en zeebodem gelegen zijn.
- Transversaal isotrope media, waarbij de tensoriële electrische soortelijke geleiding twee verschillende hoofdwaarden heeft. Het blijkt, dat onder bepaalde omstandigheden een responsie wordt verkregen die tot op heden veelal eerder aan geïnduceerde polarisatie-effecten of reflectieverschijnselen dan aan anisotropie werd toegeschreven.
- Willekeurig anisotrope media, waarbij de tensoriële electrische soortelijke geleiding drie verschillende hoofdwaarden heeft. Dit is de meest algemene vorm van anisotropie. De resultaten die voor deze klasse van anisotrope media zijn verkregen, vertonen geen nieuwe aspecten ten aanzien van die voor transversale isotrope media.

Op basis van de analytisch en numeriek verkregen resultaten is een kwalitatieve relatie afgeleid tussen de componenten van de tensoriële electrische geleiding en de responsie van een homogene anisotrope halfruimte.

* * *

REDUCED MODELS FOR THE BEHAVIOR OF VLSI CIRCUITS

A.J. van Genderen

3 oktober 1991

Promotor: Prof.dr.ir. P.M. Dewilde

De grote complexiteit en de hoge fabricagekosten van VLSI schakelingen maken het noodzakelijk dat het gedrag van deze schakelingen uitgebreid geverifieerd wordt voordat wordt overgegaan tot fabricage. Behalve voor de hand liggende fouten zoals verkeerde of onvolledige verbindingen tussen verschillende gedeelten van het circuit kunnen electrische fouten optreden die te wijten zijn aan fysische beperkingen zoals te grote potentiaalverschillen langs voedingslijnen, te grote waarden voor vertragingstijden, en onbedoelde capacitieve koppelingseffecten tussen de verbindingen. Om een ontwerp van een geïntegreerde schakeling op een efficiënte en nauwkeurige manier op deze fouten te kunnen controleren zijn modellen nodig die een lage complexiteit hebben, die voldoende nauwkeurig zijn, en die gemakkelijk kunnen worden ingebouwd in computerprogramma's voor computergestuurd ontwerp (CAD). In dit proefschrift worden drie van deze modelleringstechnieken besproken die elk een belangrijk aspect van het gedrag van VLSI schakelingen modelleren.

In hoofdstuk 2 wordt eerst het modelleren van de weerstandseffecten in de verbindingen van geïntegreerde schakelingen besproken. Behalve de weerstanden van de verbindingen zijn ook de gedistribueerde capacitieve effecten van belang bij het karakteriseren van het transmissiegedrag van de verbindingen, en daarom wordt vervolgens ook dit onderwerp behandeld. In dit proefschrift wordt een modelleringstechniek beschreven die gebaseerd is op een eindige elementen methode, en die het mogelijk maakt om RC modellen met een lage complexiteit af te leiden welke nauwkeurig de weerstandseffecten van de verbindingen en de gedistribueerde capacitieve effecten van de verbindingen representeren. De methode maakt gebruik van een opdeling in eindige elementen om eerst een RC netwerk te construeren dat de gedistribueerde RC effecten op gedetailleerd niveau modelleert. Daarna wordt dit complexe RC netwerk getransformeerd naar een eenvoudig RC netwerk, dat beter geschikt is voor verificatie doeleinden, door herhaaldelijk knopen uit het netwerk te elimineren. Tijdens elke eliminatiestap wordt ervoor gezorgd dat de Elmore of eerste orde tijdsconstante tussen de aansluitpinnen van elke verbinding gelijk blijft. Dit garandeert dat de electrische overdrachtsfunktie van het uiteindelijke netwerk nauwkeurig overeenkomt met de electrische overdrachtsfunktie van het initiële netwerk en, dientengevolge, met die van de gedistribueerde RC lijn. De methode kan op een efficiënte manier worden toegepast in een layout-naar-circuit extractie programma, dat een scan-lijn over de layout laat voortbewegen, en dat alle operaties uitvoert op een relatief kleine verzameling layout objecten die aan de scan-lijn gekoppeld zijn. Een implementatie van de methode is gedaan in de layout-naar-circuit extractor SPACE en experimentele resultaten worden getoond betreffende extractie-tijden, geheugen-gebruik en nauwkeurigheid.

In hoofdstuk 3 wordt de berekening van driedimensionele capacitieve effecten van verbindingen in VLSI schakelingen behandeld. De 3-D capacitieve effecten van verbindingen zijn vooral van belang voor submicron VLSI schakelingen omdat de verticale afmetingen van de verbindingen in deze schakelingen in dezelfde orde van grootte zijn als de minimum afmetingen in de horizontale richting. Een methode wordt beschreven welke gebaseerd is op een grensvlak methode, en welke het mogelijk maakt een 3-D capaciteitsmodel op te lossen in een tijd die lineair is met de grootte van de schakeling, en met een constant geheugengebruik. De methode maakt gebruik van een speciale toepassing van het zogeheten Schur algoritme om de Greense funktie integraalvergelijkingen die afkomstig zijn van de grensvlak methode op te lossen. In plaats van het inverteren van de volledige matrix die de verzameling van integraalvergelijkingen beschrijft, vindt het Schur algoritme een benaderende inverse zodat (1) de complexiteit van het capaciteitsmodel gereduceerd wordt - kleine capaciteiten tussen geleiders die ver van elkaar verwijderd zijn worden niet berekend - en (2) geheugen en rekencomplexiteit van de methode worden gereduceerd. Er wordt aangetoond hoe het Schur algoritme toegepast wordt om op een efficiënte manier de 3-D capaciteiten te berekenen voor een willekeurige configuratie van geleiders, en hoe pipelining en parallelisatie van het algoritme gebruikt kunnen worden om geheugengebruik en rekentijden verder te reduceren. Ook deze methode is geïmplementeerd in het layout-naar-circuit extractie programma SPACE om de toepasbaarheid van de methode aan te tonen en om experimentele resultaten te verkrijgen.

Hoofdstuk 4 behandelt de simulatie van grote digitale MOS schakelingen op hun logisch en timing gedrag, daarbij gebruik makend van de modellen uit de voorafgaande hoofdstukken. Het simulatie model dat wordt beschreven is gebaseerd op een zogeheten switch-level model, en maakt het mogelijk om snel een schatting van het logisch en timing gedrag van een VLSI schakeling, gebaseerd op werkelijke transistor en verbindingsparameters, te verkrijgen. Het simulatie model maakt gebruik van een transistor model waarin elke MOS transistor wordt gemodelleerd door een gate-spanningsgestuurde schakelaar in serie met een weerstand tussen drain en source. Elke knoop in het netwerk heeft een capaciteit naar aarde en, naast een logische waarde O, I of X die geassocieerd wordt met elke knoop, een verzameling parameters die de op dat moment geldende stijgende of dalende spanningsgolfvorm voor die knoop beschrijven. Deze golfvorm vormt een eerste orde benadering voor de werkelijke spanningsgolfvorm voor de knoop en, op deze manier, een nauwkeurige benadering van overgangsverschijnselen zoals spikes en races. Om de gewenste simulatie snelheid te halen worden de eerste orde benaderingen van de spanningsgolfvormen berekend m.b.v. eenvoudige weerstandsdeling en ladingsdeling berekeningen en m.b.v. eerste orde tijdsconstante evaluaties. Zowel een minimum als een maximum spanningsgolfvorm worden berekend voor elke knoop om (1) de logische X toestand te kunnen modelleren, en (2) de invloed van veranderingen in circuit parameters en de invloed van nauwkeurigheid te kunnen modelleren. De switch-level modellen zijn opgenomen in switch-level simulator SLS, welke praktisch gebruikt is tijdens het ontwerpen van vele VLSI schakelingen.

* * *

COMPUTER-AIDED RECOGNITION OF PARTIAL DISCHARGES USING STATISTICAL TOOLS

E. Gulski

14 oktober 1991

Promotor: Prof.dr.ir. F.H. Kreuger

Om de bedrijfszekerheid van hoogspanningsinstallaties te waarborgen wordt bij de kwaliteitscontrole van de isolatie ontladingsdetectie toegepast. In het bijzonder speelt het onderzoek naar de oorzaak van partiële ontladingen en het treffen van maatregelen om deze in de toekomst te voorkomen een essentiële rol. Om een uitspraak te kunnen doen over de aard van een partiële ontlading, hetgeen op zijn beurt informatie kan geven over het gevaar voor het diëlectricum, is in de loop van de jaren een herkenningssysteem van oscillografische ontladingspatronen ontwikkeld. Vaak zijn de werkelijke oscillogrammen van ontladingsbeelden moeilijk te evalueren doordat deze zijn opgebouwd uit bewegende en instabiele ontladingspulsen en niet direct met een gestileerd beeld corresponderen. De internationaal bestaande tendens tot het toepassen van digitale technieken concentreert zich op de verbetering van de evaluatie van ontladingspatronen door middel van geautomatiseerde registratie en analyse.

In dit proefschrift wordt de automatisering van conventionele ontladingsdetectie gebruikt voor het herkennen van verschillende ontladingsbronnen.

Hoofdstuk 1 geeft een algemene introductie.

Een specificatie van de geautomatiseerde ontladingsdetectie wordt gepresenteerd in hoofdstuk 2. Een studie van karakteristieke ontladingsgrootheden wordt gegeven in paragraaf 2.1, uitgaande van beproevingsomstandigheden en meetprocedures voor conventionele ontladingsdetectie (bandbreedte van ca. 400 kHz). Software en hardware elementen van een ontladingsanalysator worden behandeld in paragraaf 2.2.

In hoofdstuk 3 wordt de configuratie van de ontladingsanalysator met de mogelijkheid van continue registratie van ontladingsgrootheden gepresenteerd.

In hoofdstukken 4, 5, 6 en 7 worden met deze analysator de fysische modellen van ontladingsbronnen in gassen, vloeistoffen en vaste materialen onderzocht. Uit deze experimenten blijkt dat diverse bronnen door kenmerkende verschillen in het gedrag van de ontladingsgrootheden worden gekarakteriseerd. Niet alleen de basisgrootheden zoals ontladingsgrootte, ontsteekspanning, het aantal ontladingen en de fase positie, maar ook de afgeleide grootheden zoals de ontladingsintensiteit en de gemiddelde ontladingsgrootte als functie van de fasehoek vertonen een onderscheidend vermogen. Een belangrijke stap voor de evaluatie van deze metingen wordt gedaan door deze ontladingsgrootheden met statistische operatoren zoals skewness, kurtosis, kruiscorrelatie factor etc. te analyseren.

In hoofdstuk 8 wordt voor de herkenning van verschillende soorten defecten een systematiek van statistische operatoren opgebouwd.

In hoofdstuk 9 werd de boven gepresenteerde analytische methode toegepast op industriële hoogspanningsobjecten. De resultaten van deze metingen worden geanalyseerd met een eenvoudig algoritme, genaamde *'recognition rate'*. Met behulp van deze analyse blijkt de oorzaak van de ontladingen in deze objecten aangewezen te kunnen worden.

* * *

ELECTROMAGNETIC SCATTERING BY A MOVING OBJECT THEORY AND EXPERIMENT

M.H. Vogel

28 oktober 1991

Promotor: Prof.dr.ir. P.M. van den Berg

In dit proefschrift wordt een methode ontwikkeld om electromagnetische verstrooiing aan bewegende, perfect geleidende voorwerpen numeriek te berekenen. Deze methode wordt ontwikkeld voor hoogfrequente problemen, dat wil zeggen de golflengte van de (monochromatische) electromagnetische straling is veel kleiner dan de afmetingen van het verstrooiende voorwerp. Aangezien het gaat om een benaderende methode, wordt zij experimenteel geverifieerd.

Een toepassing wordt gevonden bij het modelleren van Surface-to-Air Missiles (SAMs). Deze missiles worden gebruikt bij de verdediging van schepen, industriële centra en steden tegen luchtaanvallen. De missiles worden naar het doel geleid (een vijandelijk vliegtuig of vijandelijke raket) teneinde dit uit te schakelen. Meestal lukt het niet om het doel werkelijk te raken, en passeert de SAM zijn doel op enkele meters afstand. De enige manier om het doel dan nog uit te schakelen is exploderen. Wegens hoge snelheden en geringe kwetsbaarheid van het doel is de juiste timing van de explosie van groot belang. Dit wordt verzorgd door de "proximity fuze". Deze zendt zijwaarts radarstraling uit en detecteert gereflecteerde straling wanneer het doel passeert. Wanneer voorafgaand aan een eventuele aankoop diverse proximity fuzes dienen te worden vergeleken, of wanneer een nieuw type wordt ontworpen, is het van cruciaal belang om inzicht te hebben in het reflectiegedrag van luchtdoelen. De opbouw van dit proefschrift is als volgt.

In hoofdstuk 2 worden, uitgaande van de vergelijkingen van Maxwell, integraalvergelijkingen afgeleid die het verband leggen tussen de totale

velden op het oppervlak van een voorwerp, en de te berekenen verstrooide velden in de ruimte buiten dit voorwerp. De totale velden bestaan uit (bekende) invallende en (onbekende) verstrooide velden, en zijn dus in eerste instantie onbekend. Daarom worden er ook integraalvergelijkingen afgeleid om deze velden op het oppervlak van het voorwerp te berekenen.

In hoofdstuk 3 wordt het tijdrovende oplossen van de integraalvergelijkingen vermeden door uit te gaan van perfect geleidende voorwerpen die veel groter zijn dan de golflengte van de electromagnetische velden. De resulterende uitdrukkingen voor de verstrooide velden bevatten nog een integratie van de tangentiële component van het (bekende) invallende magnetische veld over het oppervlak van het voorwerp. Deze oppervlakteintegraal wordt geëvalueerd door het oppervlak te benaderen door een verzameling van vele kleine driehoekige panelen, en de integratie per paneel analytisch uit te voeren. De resulterende uitdrukking voor de verstrooide velden bevat nu een sommatie over alle panelen, en per paneel een sommatie over de drie hoekpunten. Hiermee is het verstrooiingsprobleem voor niet-bewegende voorwerpen opgelost.

In hoofdstuk 4 worden numerieke resultaten van de genoemde methode vergeleken met experimentele resultaten. Als verstrooier worden achtereenvolgens zes verschillende metalen voorwerpen gekozen, en de monostatische reflectie wordt over een groot hoekgebied gemeten. De theoretische en de experimentele resultaten stemmen goed overeen. Waar er afwijkingen zijn worden deze verklaard.

Nadat er aldus een methode is ontwikkeld en geverifieerd voor een stationair verstrooiend voorwerp, wordt in hoofdstuk 5 begonnen met een theorie voor een eenparig bewegend voorwerp. Als invallend veld wordt vooralsnog een vlakke golf gekozen. Deze wordt getransformeerd met de Lorentz-transformatie naar een coördinatenstelsel dat met het voorwerp meebeweegt. Ook in het nieuwe coördinatenstelsel is het invallende veld een vlakke golf. In dit stelsel is het verstrooiende voorwerp stationair, en kan het verstrooiingsprobleem worden opgelost met de methode uit de voorgaande hoofdstukken. Het verstrooide veld wordt geschreven als een superpositie van (oneindig veel) vlakke golven. Deze worden met de inverse Lorentz-transformatie teruggetransformeerd naar het oorspronkelijke stationaire coördinatenstelsel. Het blijven vlakke golven onder deze inverse transformatie. Tot slot kan hieruit het verstrooide veld worden berekend.

In hoofdstuk 6 wordt de theorie van hoofdstuk 5 uitgebreid voor het geval van een willekeurig invallend veld. Dit invallende veld wordt geschreven als superpositie van (oneindig veel) vlakke golven. Deze worden alle op dezelfde manier behandeld als de enkele vlakke golf uit hoofdstuk 5. Hiermee is het verstrooiingsprobleem voor een willekeurig invallend veld opgelost.

In hoofdstuk 7 wordt het resultaat van hoofdstuk 6 toegepast op het speciale geval van monostatische verstrooiing door een voorwerp dat met een lage snelheid beweegt, dat wil zeggen niet sneller dan een paar procent van de lichtsnelheid. Voor dit geval kunnen de resultaten aanzienlijk eenvoudiger worden weergegeven.

Het resultaat van hoofdstuk 7 wordt experimenteel geverifieerd in hoofdstuk 8. Aangezien er in een laboratorium geen snelheden mogelijk zijn van een paar procent van de lichtsnelheid, kunnen er alleen experimenten gedaan worden voor zeer lage snelheden. De uitkomsten van deze experimenten vertonen goede overeenkomst met de theorie. Waar er afwijkingen zijn worden deze verklaard.

In hoofdstuk 9 worden er, als aanvulling op hoofdstuk 8, numerieke experimenten gepresenteerd. Uit deze experimenten kan worden geconcludeerd dat experimentele resultaten voor zeer lage snelheden in het algemeen met een redelijke nauwkeurigheid kunnen worden geëxtrapoleerd naar snelheden van enkele procenten van de lichtsnelheid. Een hoge nauwkeurigheid is hierbij echter niet mogelijk gezien een optredende schijnbare vervorming van het voorwerp.

Dit proefschrift verschaft inzicht in de waarde van de gekozen benaderende rekenmethode voor de eerder geschetste problematiek. Een belangrijke eigenschap van de gekozen methode is een goede balans tussen nauwkeurigheid en computertijd. Bovendien blijkt uit de gepresenteerde resultaten dat het mogelijk is om gegevens omtrent het doel en de geometrie van interceptie af te leiden uit het gereflecteerde signaal. Dit kan leiden tot een verdere optimalisatie van het tijdstip van explosie, en dientengevolge tot een hogere effectiviteit van de verdediging.

Het voordeel van de gevolgde aanpak van het verstrooiingsprobleem is dat er geen onnodige benaderingen zijn gemaakt. Dit verbreedt de toepasbaarheid van de resultaten.

* * *

DESIGN OF LOW-VOLTAGE BIPOLAR OPERATIONAL AMPLIFIERS

J. Fonderie

18 november 1991

Promotor: Prof.dr.ir. J.H. Huijsing

Het onderzoek in dit proefschrift betreft het ontwerp en de uitvoering van Operationele Versterkers (OpAmps), die kunnen werken op een zeer lage voedingsspanning en die gemaakt zijn in de bipolaire technologie. Een OpAmp is een versterker die het verschil tussen de spanningen op de twee ingangen zeer veel kan versterken. Omdat de versterking zo groot is ($\pm 10^6$), moet de OpAmp worden gebruikt met een tegenkoppel circuit. Daarmee kan de uiteindelijke versterking heel nauwkeurig worden vastgelegd.

De OpAmps die in dit proefschrift beschreven worden, werken op een zeer lage voedingsspanning. In dit verband kan bij "zeer laag" aan een spanning van ongeveer 1 V worden gedacht. De redenen om voor zo'n lage spanning te kiezen en om de OpAmp te maken in de bipolaire technologie, worden toegelicht in Hoofdstuk 1. In dit hoofdstuk worden ook de doelen van dit onderzoek besproken en worden enkele ontwerp overwegingen gegeven.

In Hoofdstuk 2 komen de ingangstrappen van de OpAmp aan bod. De ingangstrap moet het verschil in spanning op de ingangen versterken, onafhankelijk van het gemiddelde van deze spanningen. Bovendien moet de ingangstrap hetzelfde blijven werken, of de ingangsspanning zich nu dicht bij de positieve voeding, dicht bij de negatieve voeding, of in het midden er tussen in bevindt. Als eerste komt een ingangstrap aan bod die aan deze eisen voldoet en werkt op een voedingsspanning van 1,8 V. Daarna wordt een ingangstrap behandeld die ook nog werkt op 1 V. De verlaging van de voedingsspanning naar 1 V wordt wel betaald met een verslechtering van de nauwkeurigheid en van de ruiseigenschappen.

Hoofdstuk 3 gaat over uitgangstrappen. Deze moeten zo worden ontworpen dat het uitgangssignaal van de OpAmp net zo groot kan zijn als de voedingsspanning. In de meeste OpAmps voor hogere voedingsspanningen is het uitgangssignaal ongeveer 1,5 V lager dan de voedingsspanning. Als de voedingsspanning maar ongeveer 1 V is, is dat onmogelijk. Verder moet de uitgangstrap een stroom van ongeveer 10 mA kunnen sturen door de belasting die aan de uitgang van de OpAmp zit. De stroomversterking moet dus zo hoog mogelijk zijn. Het frequentiegedrag van de uitgangstrap bepaalt

uiteindelijk dat van de hele OpAmp. Om dus een goed frequentiegedrag te krijgen, moet de signaalweg naar de uitgangstransistor zo kort mogelijk zijn. Eén van de nieuwe uitgangstrappen die aan bod komt in Hoofdstuk 3, voldoet aan al deze eisen.

Behalve uit een ingangstrap en een uitgangstrap, bestaat de OpAmp nog uit enkele andere delen. De tussentrap zorgt ervoor dat de totale versterking van de OpAmp zo hoog mogelijk wordt. De klasse-AB regeling controleert de grootte van de stromen die in de uitgangstrap lopen. Deze kunnen variëren tussen 10 μA en 10 mA. Verder zijn er nog beveiligingscircuits die ervoor zorgen dat de OpAmp bij verkeerd gebruik niet stuk gaat en tenslotte is er de referentie stroombron, waar alle andere stromen in de OpAmp van worden afgeleid. Al deze onderdelen worden behandeld in Hoofdstuk 4.

De OpAmp bestaat dus uit meerdere trappen achter elkaar. Elk van deze trappen veroorzaakt minstens één poolfrequentie in de overdrachtsfunctie van de OpAmp. Als deze polen dicht bijeen liggen, zal de OpAmp gaan oscilleren bij tegengekoppeld gebruik. We passen daarom een frequentie-compensatie-techniek toe om de polen te scheiden. Eerst wordt de techniek toegepast op de uitgangstrap en tussentrap, en vervolgens nogmaals op de hele OpAmp. Een nadeel van deze methode is, dat de bandbreedte van de OpAmp er twee keer zo laag door wordt. In Hoofdstuk 5 wordt, behalve deze compensatie-techniek, een nieuwe methode, die het nadeel van de lagere bandbreedte niet heeft, uitgebreid besproken.

Hoofdstuk 6 behandelt een aantal laagspannings-OpAmps dat volgens de theorie van de vorige hoofdstukken gemaakt is en beschrijft de metingen die gedaan zijn om de theorie te verifiëren. Verder wordt een kwaliteitskenmerk gedefinieerd, de bandbreedte-vermogensverhouding, om de prestaties van de gemaakte OpAmps te kunnen vergelijken.

In het laatste hoofdstuk zijn de belangrijkste conclusies van het proefschrift nog eens herhaald. Dit hoofdstuk draagt ook enkele onderwerpen aan waar nog verder onderzoek aan gedaan kan worden.

* * *

ON THE EMULATION OF THE HUMAN VISUAL SEARCH

J.F. Gerrissen

25 november 1991

Promotoren: Prof.dr.ir. R. den Buurman en Prof.dr.ir. E. Backer

Visuele perceptie van objecten in onze dagelijkse omgeving begint in het algemeen met het opmerken van hun aanwezigheid ("identificatie") en het bewustworden van hun positie ("localisatie"). Pas dan kan het betrokken object of de groepering van objecten gefocusseerd worden voor een nadere beschouwing van vorm, uiterlijk detail, bedieningsmogelijkheden, etc. Zonder het vermogen tot snelle identificatie en localisatie zou een mens, ten aanzien van vele alledaagse activiteiten, functioneel blind zijn (Posner et al., 1984).

De snelheid en de mate van zekerheid waarmee we objecten (of een relevant aspect daarvan, bijvoorbeeld beweging of vormverandering) opmerken en selecteren heeft grote invloed op de effectiviteit van handelingen, die steunen op onze visueel-perceptuele vermogens. Het geheide voorbeeld dat ter ondersteuning wordt opgevoerd is de relatie tussen adequaat handelen in verkeerssituaties en deze kwaliteiten van het visuele systeem; ijshockeyers, voetballers in het 16-meter gebied en ivoorverzamelaars in het bos zijn, in dit verband, ook te gebruiken ter illustratie.

Binnen het wetenschapsgebied, dat zich richt op het "search" deel van de menselijke perceptie, doet men aan experimenteel onderzoek en theorievorming onder de titel "Visual Search". De term "search" duidt op de activiteit die, veelal onbewust, uitgevoerd wordt om tot de selectie te komen van objecten waar de aandacht ("attention") naar uit gaat. De studie van "Visual Search" is dan ook nauw betrokken bij het onderzoek naar visuele aandacht ("Visual Attention").

In de Informatie ergonomie of Informationele ergonomie zoekt men naar oplossingen voor aandachts en verwerkingsproblemen, die zich voordoen op het raakvlak van gerepresenteerde informatie en informatiegebruiker. Kennis met betrekking tot de menselijke informatieverwerking en met name de aandachtsprocessen daarin, staan aan de basis van de methoden en technieken, die worden toegepast. Een veel voorkomende activiteit is het testen van zo'n raakvlak (in de vorm van een beeldscherm, "display", regelpaneel, bewegwijzering, e.d.) op zijn effectiviteit ten aanzien van de ondersteuning van snelheid en juistheid van handelingen door de informatiegebruiker. Daartoe moet een testplek ingericht worden, waar de proefpersonen ("representatieve steekproef") na een instructie en trainingsfase een experimentele taak dienen uit te voeren. Door variatie van taakcondities of informatie-representatie wordt dan gestudeerd op optimalisatie van de aanbiedingswijze (van informatie) in de gegeven taakcontext. Naast de aanzienlijke inspanning die steeds weer gevergd wordt van de ergonomen en hun staf, maar ook van hun proefpersonen, worden zij - met het toenemen van de informatiecomplexiteit - meer en meer geconfronteerd met het gebrek aan een integrale "Visual Search" theorie ten dienste van interpretatie en mogelijke generalisatie van hun bevindingen. In de literatuur ter zake zijn slechts kennisfragmenten beschikbaar die voor ergonomische doeleinden niet goed te integreren zijn.

De onderhavige studie is in zekere zin een haalbaarheidsonderzoek naar de toepassing van computergestuurde apparatuur, die de rol van de vele proefpersonen kan overnemen, en dat bovendien doet op een wijze die de analyse van bevindingen plaatst in een kader dat een aantal van de "Visual Search" kennisfragmenten verenigt.

Het is gelukt om met behulp van neurale-netwerk modellering een (software) prototype te ontwikkelen dat evenals een proefpersoon in eerste instantie uitgerust moet worden met een basisvaardigheid in het discrimineren van elementaire visuele patronen (letters, cijfers, elementen uit de geometrie, Dollartekens versus Lire-tekens, e.d.). Het apparaat, de emulator, ontwikkelt in een eerste trainingsfase de vereiste basisvaardigheid. In een daaropvolgende trainingsfase ontwikkelt de emulator de taakspecialisatie zoals proefpersonen dat doen in de instructie en training voorafgaand aan de werkelijke uitvoering van de experimentele taak.

Het experimentele resultaat van het "Visual Search" deel van de taak laat zich in het algemeen vastleggen in termen van reactietijden, percentage goed/fout ("hit rate/error rate") of verwerkingsinspanning ("costs"). De "output" van de emulator biedt dezelfde mogelijkheden tot interpretatie. Variantie van "search" prestatie kan onderzocht worden door variatie van vaardigheidsontwikkeling in de twee trainingsfasen, maar ook door variatie van de geëmuleerde fixatiestrategie, i.e. door verandering van de toe te passen oogintegratietijd en/of de initiële fixatiepositie.

De neurale-netwerk architectuur van de emulator is, qua functie, analoog aan delen van het menselijk "Visual Search" mechanisme, in de zin dat er sprake is van een typisch menselijke "search performance".

* * *

ELECTRONIC POWER CONVERTER FOR A FLYWHEEL UNIT WITH A SYNCHRONOUS ELECTRICAL PERMANENT MAGNET MACHINE

L.J.J. Offringa

2 december 1991

Promotoren: Prof.ir. J.A. Schot en Prof.dr-ing. W. Deleroi

Een vliegwiel-unit voor gebruik in een electrisch aangedreven "gyro-bus" voor stadsverkeer, met geen andere voortstuwingsbron aan boord dan alleen de vliegwiel-unit, kan met voordeel worden uitgerust met een vermogens-electronische convertor. Bij een dergelijke gyro-bus wordt de vliegwiel-unit snel, in ongeveer 10 seconden, herladen via een electrische verbinding met een bij een bushalte opgestelde "laadpaal" met een aansluiting op het openbare net. Hierbij vormt de vermogens-electronische convertor aan boord van de bus de regelbare verbinding tussen de gelijkspanningsklemmen aan de laadpaal en de electrische driefasen-machine met bekrachtiging door permanente magneten, welk het vliegwiel aandrijft. Dezelfde convertor kan worden gebruikt in het tractie-systeem van het electrisch aangedreven voertuig. Met behulp van de convertor kan de aandrijfkracht van het voertuig met hoog rendement worden geregeld. Bij afremmen van het voertuig kan bovendien de remenergie worden teruggevoed aan het vliegwiel. De toepassing van een vliegwiel-unit met een sneldraaiend composiet vliegwiel en een driefasen permanentmagneet-motor/generator maakt een ontwerp met een hoge verhouding capaciteit/gewicht mogelijk.

De relatief hoge frequentie van de spanningen aan de klemmen van de permanentmagneet-machine die bij een dergelijk ontwerp noodzakelijkerwijs optreden, maakt de toepassing van een bijzonder type convertor noodzakelijk. Hierbij zijn van invloed: het rendement, de regelbaarheid, de complexiteit en de hiermee samenhangende bedrijfszekerheid en de geschiktheid voor piekbelasting tijdens het snel laden van het vliegwiel bij een bushalte. Een bijzondere klasse convertoren met stroombron-voeding en volledige of gedeeltelijke commutatie met behulp van externe bronnen is voor dit doel bestudeerd. Een aantal circuit-configuraties welke zijn gebaseerd op dit type convertor worden onderscheiden en zijn eventueel ook geschikt voor andere toepassingen dan met een vliegwiel-unit.

Bijzondere aandacht is geschonken aan de interactie van de permanentmagneet-machine en de vermogens-electronische convertor. Door gebruik te maken van een eenvoudig electrisch model van de permanentmagneetmachine is een analytische beschrijving van de statische karakteristieken van de convertor en de machine mogelijk. Dit is in het bijzonder van belang voor de bepaling van het electrische werkgebied van de vliegwiel-unit en de hiermee samenhangende regelstrategie.

Schaalproeven in het laboratorium tot een vermogen van 50 kW bevestigen dat een convertor-conversie-rendement beter dan 98 procent bij een frequentie van 600 Hz haalbaar is.

Het onderzoek heeft geleid tot de realisatie van een proefontwerp voor een prototype van een convertor voor een vermogen van 300 kW en een maximale frequentie van 600 Hz welke zal worden toegepast in een gyro-bus.

* * *

ANALYSIS-BY-SYNTHESIS SPEECH CODING BASED ON RELAXED WAVEFORM-MATCHING CONSTRAINTS

W.B. Kleijn

12 december 1991

Promotor: Prof.dr.ir. P. Dewilde

In moderne digitale communicatie systemen wordt het spraaksignaal overgezonden als een reeks van bits. Vaak maken fysische, wettelijke, en financiële beperkingen het wenselijk om de zendsnelheid van de bits die het spraaksignaal beschrijven te minimaliseren. In dit proefschrift worden nieuwe methoden beschreven om het spraaksignaal te encoderen met snelheden van 3000 tot 5000 bits per seconde (b/s).

In het eerste hoofdstuk wordt de huidige status van het spraakcoderen op lage bitsnelheden besproken. De nadruk ligt op achtergrond informatie voor een groep van coders die analyse-door-synthese coders worden genoemd. Dit soort spraak coders is nu in staat om goede kwaliteit spraak te produceren met een bitsnelheid van ongeveer 5000 b/s. De discussie volgt een historische trend: eerst worden methodes beschreven die op fysiologische kennis van de spraakproductie zijn gebaseerd, en later worden procedures voor spraakcodering besproken die kennis over het gehoor mechanisme proberen te benutten. Technieken voor lineaire voorspelling worden in detail besproken, met speciale nadruk op analyse-door-synthese methodes gebaseerd op lineaire voorspelling. De gevoeligheid voor fouten in de ontvangen bitreeks veroorzaakt door het transmissiekanaal worden ook beschouwd.

Op het ogenblik is het Code-Excited Linear Prediction (CELP) algoritme de meest gebruikte analyse-door-synthese spraakcoderingsmethode. Toen het CELP algoritme geïntroduceerd werd in 1984 verschafte het goede spraakkwaliteit op de zogenaamde tussenliggende bitsnelheden (5000-10.000 b/s), maar voor de vectorkwantisatie van het excitatie signaal was een erg grote hoeveelheid berekeningen nodig. Speciale snelle berekenings procedures werden ontwikkeld voor het CELP algoritme, om implementatie op goedkope apparatuur mogelijk te maken. Hoofdstuk 2 geeft een beschrijving van de vele snelle rekenmethodes die in de literatuur te vinden zijn. De behoeften voor reken- en opslag capaciteit en andere aspecten van de verschillende methodes worden vergeleken. Het bestaan van deze snelle rekenprocedures, in combinatie met zeer goede spraakkwaliteit, voor bitsnelheden omstreeks 8000 b/s, maakt het CELP algoritme attractief voor vele spraakcoderingstoepassingen.

In CELP gaat de kwaliteit van stemhebbende spraak snel omlaag voor bitsnelheden onder 5000 b/s. Om deze degradatie tegen te gaan wordt een nieuwe methode om stemhebbende spraak te encoderen geïntroduceerd in hoofdstuk 3. Deze methode richt zich op een goede beschrijving van het niveau van periodiciteit van het spraaksignaal om ruis, reverberatie, en gonzen te voorkomen. De nieuwe methode zendt elke 20 tot 30 ms een prototype golfvorm over, welke een enkele periode van het pseudo-periodieke spraaksignaal beschrijft. De prototype golf wordt gescheiden in een prototype excitatie golf (gekwantiseerd met analyse-door-synthese methodes) en een aantal lineaire-voorspellings coëfficiënten die de resonanties in het spectrum beschrijven. Op elk tijdstip kan een beschrijving van de golfvorm van een periode, de momentane golfvorm, bepaald worden door lineaire interpolatie van de prototype excitatie golven. Het spraaksignaal wordt gereconstrueerd door het filteren van een excitatiesignaal bestaande uit een aaneenschakeling van segmenten van momentane golfvormen. Om het correcte niveau van periodiciteit te krijgen, kunnen de korte- en lange termijn correlaties tussen de ogenblikkelijke kringlopen gecontroleerd worden. De coderingsprocedure is makkelijk te combineren met CELP voor de

niet-stemhebbende spraakdelen. Ongekwantiseerde stemhebbende spraak gereconstrueerd met deze methode is bijna niet te onderscheiden van het origineel, en uitstekende spraakkwaliteit kan verkregen worden voor bitsnelheden tussen de 3000 en 4000 b/s.

In hoofdstuk 4 wordt aangetoond dat de principes die tot de interpolatie van prototype golven leiden, ook gebruikt kunnen worden in conventionele analyse-door-synthese algoritmes. De grondtoon voorspeller of lange-termijn voorspeller (LTV) levert een grote bijdrage aan de spraakkwaliteit in deze coders. Echter, de kwaliteits verbetering welke resulteert uit de LTV neemt af met verminderde bitsnelheid. Hoewel de grondtoon verandert op een vloeiende manier, verzenden de meeste implementaties van de LTV de corresponderende grootheid (de vertraging) erg vaak, en gebruiken dus een hoge bitsnelheid. Een analyse van het gedrag van zowel een enkele filtertap LTV als een veelvoudige filtertap LTV wordt gemaakt, en aangetoond wordt dat toegenomen fluctuaties in de correlaties tussen aangrenzende periodes een voorname reden voor lagere kwaliteit op lagere bitsnelheden zijn. Deze incoherentie tussen aangrenzende periodes kan verwijderd worden door een meer geleidelijke verandering in de golfvorm. Omdat betere resultaten geassocieerd zijn met een meer vloeiende evolutie van de golfvorm, is een lagere transmissiesnelheid in feite synergetisch met betere spraakkwaliteit.

In hoofdstuk 4 worden verschillende nieuwe methoden voor het interpoleren van de LTV parameters beschreven. Deze methoden zijn gebaseerd op een nieuwe generalisatie van het analyse-door-synthese principe. In deze generalisatie wordt gezocht naar die verandering van het originele signaal welke resulteert in een signaal dat het meest efficiënt gecodeerd kan worden door de coder. Alleen veranderingen welke de kwaliteit van het originele signaal niet aantasten zijn toegestaan. In de toepassing tot de LTV, introduceren we kleine tijdschaal en amplitude veranderingen tot het originele signaal, zodat de LTV parameters deterministische functies van de tijd worden, die makkelijker te encoderen zijn. Dit leidt tot een grote verbetering in coderingseffectiviteit in practische implementaties.

In vele toepassingen van spraakcodering, bereiken fouten welke geïntroduceerd zijn door het transmissiekanaal, de ontvanger. Deze fouten zijn het gevolg van practische begrenzingen in het ontwerp van een kanaalcodering, zoals vertraging en complexiteit; soms overschrijdt de bron-coder de capaciteit van het kanaal. Omdat gelijktijdige optimalisering van de bron- en kanaalcodering niet practisch is, is het nuttig om een kanaalcodering te ontwerpen welke opgezet is voor een bepaald spraakcoderingsalgoritme en een bepaald bereik van condities. Zulke bron-afhankelijke kanaalcodes voor spraakcoderingsalgoritmes zijn het onderwerp van discussie in hoofdstuk 5. Getoond wordt hoe deze kanaalcodes verkregen kunnen worden door een passend verstorings criterium te minimaliseren onder condities waar het kanaal fouten introduceert. Een ontwerp algoritme gebaseerd op gesimuleerd temperen wordt gepresenteerd. Resultaten voor deze techniek voor CELP worden gerapporteerd. Het blijkt dat vaak een relatief kleine allocatie van bits voor bescherming tegen fouten geïntroduceerd door het kanaal, een grote winst in kwaliteit levert.

De technieken beschreven in dit proefschrift maken een meer efficiënte codering van spraak voor bitsnelheden tussen 3000 en 5000 b/s mogelijk. Hoofdstukken 3 en 4 vormen de kern van dit werk. De procedures aldaar beschreven delen een minder beperkende golfvorm "matching", gedurende de analyse-door-synthese, welke de waargenomen kwaliteit van de gereconstrueerde spraak niet aantast. Het resultaat is dat een spraaksignaal met een gegeven waargenomen kwaliteit met een lagere bitsnelheid kan worden overgezonden.

* * *

EFFECTS OF FADING AND INTERFERENCE IN NARROWBAND LAND-MOBILE NETWORKS

J.P.M.G. Linnartz

19 december 1991

Promotor: Prof.dr. J.C. Arnbak

Door de eeuwen heen heeft de mens bijzonder belang gehad bij goede communicatie. De behoefte aan communicatie is nauw verweven met mobiliteit. Mogelijk gemaakt door recente technologische ontwikkelingen is thans een sterke groei van "mobiele communicatie" te bespeuren. Mobiele communicatie behelst (radio-) communicatie waarbij minstens een der deelnemers in beweging kan zijn. Congestie van het beschikbare radiospectrum stelt hoge eisen aan de efficiëntie van het "ethergebruik" van systemen voor mobiele communicatie.

Dit proefschrift onderzoekt de prestatie van systemen voor smalbandige mobiele radiocommunicatie. Met name de invloed van "fading" ten gevolge van meerwegontvangst en schaduwwerking en van wederzijdse interferentie tussen mobiele gebruikers wordt onderzocht. Daartoe worden in eerste instantie relevante propagatieverschijnselen belicht, waarbij het accent ligt op statistische kanaalmodellen. Ten behoeve van de planning van practische systemen wordt ook de bruikbaarheid van enkele propagatiemodellen die terreingegevens in beschouwing nemen empirisch geëvalueerd. De statistische kanaalbeschrijving wordt vervolgens gebruikt om de kwaliteit van mobiele radioverbindingen te bepalen. De kans op uitval van de verbinding ("outage") en de gemiddelde duur hiervan worden bepaald, rekening houdend met storingen veroorzaakt door andere gebruikers in het net. Een vereenvoudigd model voor de kans op bitfouten wordt voorgesteld. Numerieke resultaten worden gegeven voor mobiele telefonienetten.

Teneinde de prestatie van pakket-geschakelde mobiele netten te kunnen onderzoeken worden de statistieken van willekeurig arriverende databerichten (pakketten) bij enkele toegangsprotocollen besproken. Gebruik makend van de gevonden eigenschappen van de fysieke radioverbinding wordt de capaciteit van mobiele datanetten bepaald, waarbij bijzondere aandacht uit gaat naar de ruimtelijke verdeling van gebruikers over het verzorgingsgebied van het netwerk. De prestatie van het net wordt bepaald in relatie tot de afstand tussen gebruiker en het vaste basisstation. Hiermee kan ook de kans op succesvolle verzending van een datapakket voor de slechtst bediende gebruiker worden bepaald.

Methoden zijn ontwikkeld om, in een net van gegeven dimensionering, de invloed van onderlinge storingen tussen de mobiele terminals te bepalen. Hiermee is de mogelijkheid geschapen tot het kiezen van het (vanuit frequentiegebruik bezien) meest efficiënte ontwerp waarbij een voorgeschreven prestatie van het mobiele net gewaarborgd is. Daardoor zijn de fundamentele resultaten beschreven in deze dissertatie toepasbaar in het spectraal-efficiënt ruimtelijk ontwerp (en planning) van mobiele communicatie-infrastructuren.

* * *

CARRIER WAVE SIGNALS INTERFERING WITH LORAN-C

M. Beckmann

13 januari 1992

Promotoren: Prof.dr.ir. R.H.J.M. Otten en Prof.dr.ir. D. van Willigen

In dit proefschrift wordt een grondige analyse (inclusief mogelijke oplossingen) gepresenteerd van problemen in het Loran-C radio-navigatie systeem, veroorzaakt door stoorsignalen van diverse aard. Eerst zullen de effecten van stoorsignalen op Loran-C beschreven worden. Hieruit blijkt dat voor een succesvolle expansie van Loran-C vooral in West-Europa, oplossingen voor het stoorsignaal-probleem in Loran-C gezocht moeten worden.

Er kan een onderscheid gemaakt worden tussen twee soorten stoorsignalen: signalen die van andere Loran-C ketens afkomstig zijn, en signalen van andere radio-signalen (meestal legaal) vlak boven of onder de Loran-C frequentie band. Voor beide soorten inteferentie zal beschreven worden wat hun effect is op het Loran-C systeem.

Nadat de effecten van beide soorten stoorsignalen, beschreven zijn, wordt de aandacht uitsluitend gericht op storingen veroorzaakt door signalen die niet van andere Loran-C ketens afkomstig zijn. Deze signalen kunnen bestreden worden op twee niveaus: tijdens het ontwerp van een Loran-C keten (op systeem- niveau) en in Loran-C ontvangers. Voor beide niveaus zijn bestrijdingsmethodes ontwikkeld.

Tijdens het ontwerpen van een Loran-C keten moeten verschillende systeemparameters gekozen worden. Van al deze parameters blijkt alleen de zg. Group Repetition Interval (GRI) een aanzienlijke invloed te hebben op de hoeveelheid schadelijke stoorsignalen. De keuze van een GRI voor een Loran-C keten is redelijk onafhankelijk van andere systeemparameters, en het is derhalve mogelijk een GRI te kiezen met minimale hoeveelheden schadelijke stoorsignalen. Een algorithme voor een dergelijke GRI-keuze wordt beschreven.

Ook bij gebruik van een Loran-C keten met een optimaal gekozen GRI, moet rekening gehouden worden met het optreden van schadelijke stoorsignalen. Loran-C ontvangers zullen daarom "geïmmuniseerd" moeten worden. Hierbij blijkt het grootste probleem de detectie van schadelijke stoorsignalen te zijn; het onderdrukken van stoorsignalen (na een succesvolle detectie) is met de huidige stand van de techniek een veel geringer probleem.

In dit proefschrift wordt een geheel nieuwe detectie-methode voor stoorsignalen gepresenteerd, gebaseerd op digitale verwerking van antenne-signalen met zeer krachtige processoren.

* * *

MINORITY CARRIER TRANSPORT IN HEAVILY DOPED SILICON

Yang Pan

16 januari 1992

Promotor: Prof.dr. M. Kleefstra

De bipolaire technologie heeft in de afgelopen vijf jaar een enorme vooruitgang meegemaakt. Het verkleinen van de basis-breedte tot 50 à 100 mm is samengegaan met een verhoging van de doteringsconcentraties van de collector en de basis om de emittor- en basisweerstand te verminderen en emittor-collector doorslag te voorkomen. Zware dotering verkleint de verboden band van silicium en vervormt de toestandsdichtheid. Het is echter te verwachten, dat de beweeglijkheid en de levensduur zullen verminderen als de doteringsconcentratie toeneemt. Een belangrijk probleem bij het modelleren van kleine bipolaire transistoren is het transport van minderheidsladingsdragers in zwaar gedoteerd silicium. Ondanks uitgebreide onderzoeksactiviteiten over de gehele wereld gedurende de laatste tientallen jaren zijn deze problemen nog niet volkomen duidelijk.

In deze dissertatie trachten we een bijdrage te leveren aan het begrip van de fysica van het transport van minderheidsladingsdragers in zwaar gedoteerde gebieden van kleine bipolaire transistoren. We laten zien, dat het transport van minderheidsladingsdragers in zwaar gedoteerde quasi-neutrale gebieden goed gemodelleerd kan worden door twee gekoppelde differentiaalvergelijkingen van de eerste orde. Hierbij zijn de effecten van de vervorming van de toestandsdichtheid in rekening gebracht. Voor de eerste maal zijn de energie-afhankelijke beweeglijkheid en levensduur in de transportvergelijkingen verwerkt. Het gecompliceerde model van de kwantummechanische staart van de verdeling is vereenvoudigd door een eenvoudige empirische exponentiële uitdrukking. We hebben voor de eerste maal de toestandsdichtheden voor zowel de geleidingsband als de valentieband afgeleid van foto-luminescentie spectra, die nagenoeg in overeenstemming zijn met de theorieën van de kwantummechanische staart van de verdeling. Bij kamertemperatuur vergroot de aanwezigheid van staarten van de toestandsdichtheidsverdeling de evenwichtsconcentratie van de minderheidsladingsdragers met een factor twee. 30% van de minderheidsladingsdragers bevindt zich in de staarten van de verdeling, die wegens de geringe beweeglijkheid niet bijdragen aan de gelijkstroom. Het is te verwachten, dat het dynamisch of wisselstroom transport door de effecten van de bandstaarten van de toestandsdichtheidsverdeling zal veranderen.

Voor het modelleren van zeer kleine transistoren kunnen de klassieke macroscopische modellen niet worden gebruikt, wegens: 1) het kleine aantal overmaat minderheidsladingsdragers en dientengevolge de aanmerkelijke fluctuatie in hun aantal; 2) het quasi-ballistische transport. De fluctuatie in de basisstroom is bestudeerd met het gebruik van de 2d ensemble Monte Carlo techniek. Het belangrijkste resultaat is, dat de fluctuatie in de stroom van de minderheidsladingsdragers een fundamentele beperking is voor het verkleinen van transistoren. Bovendien is de beweeglijkheid van de gaten berekend als functie van de donorconcentratie en de temperatuur en is vergeleken met bestaande metingen.

We hebben de transportparameters van de gatenminderheden onafhankelijk van elkaar gemeten in zeer zwaar gedoteerde emittoren. Er is een numerieke methode ontwikkeld om het probleem van het inhomogene doteringsprofiel op te lossen. De teststructuren zijn ontworpen en gefabriceerd in een goed beheerste industriële proceslijn on de transportparameters in zeer zwaar gedoteerde met arseen geïmplanteerde lagen te kunnen bepalen. Onze meetresultaten voor de diffusie-lengte van gaten laten een goede overeenkomst zien met de empirische uitdrukking, die voorgesteld is door del Alamo en Swanson. De gemeten produkten van de evenwichtsconcentratie en diffusie-coëfficiënt zijn iets lager dan die voorgesteld door del Alamo en Swanson, wat te wijten is aan het degeneratie effekt in zeer zwaar gedoteerd silicium. In met arseen geïmplanteerde lagen is geen degeneratie van de levensduur waargenomen. Dit suggereert een zeer goed beheerst anneal-proces en gettering, die de meeste defekten in de emittoren zou moeten doen verwijderen.

* * *

ACCURATE AND EFFICIENT LAYOUT EXTRACTION

N.P. van der Meijs

27 januari 1992

Promotor: Prof.dr.ir. P.M. Dewilde

Extractie wordt in dit proefschrift gedefinieerd als 'het modelleren en bepalen van de electrische eigenschappen van geïntegreerde schakelingen (IC's), uitgaande van de layout en relevante gegevens over het fabricageproces'. Als resultaat ontstaat een *equivalent circuit*, bestaande uit actieve en passieve elementen zoals transistoren, weerstanden en capaciteiten. De correctheid van de schakeling kan dan gecontroleerd worden, voordat de schakeling gefabriceerd wordt, door middel van simulatie of statische analyse van het equivalente circuit.

Deze verificatie stap wordt steeds belangrijker. Met de steeds maar verdergaande verkleining van de afmetingen van de elementen op een IC, en de afname van hun schakeltijden, wordt het electrische gedrag van geavanceerde IC's steeds sterker bepaald door onbedoelde, parasitaire effecten. Voorbeelden van zulke effecten zijn thyristor structuren in CMOS schakelingen die latch-up kunnen veroorzaken, de capaciteiten, weerstanden en inductanties van de bedrading op een chip, en de weerstand van het substraat.

In dit proefschrift zoeken we naar modelleringstechnieken die nauwkeurig en betrouwbaar het electrische gedrag van geïntegreerde schakelingen voorspellen: nieuwe technieken zijn nodig om effecten te beschrijven die vroeger niet belangrijk waren of waarvoor de nauwkeurigheid van standaardtechnieken te wensen overlaat.

De zo verkregen modellen moeten niet alleen nauwkeurig zijn, maar ook efficiënt. Ze moeten zo eenvoudig en compact als mogelijk zijn, en alle belangrijke effecten beschrijven en de onbelangrijke weglaten. De modellen moeten, bijvoorbeeld, geen kleine capaciteiten tussen ver uit elkaar liggende elementen bevatten. Echter, het totaal van al deze kleine capaciteiten kan toch een niet-verwaarloosbare invloed hebben op de vertraging van de schakeling, dus zomaar weglaten van deze capaciteiten is vaak ontoelaatbaar. Ze kunnen vaak wel verdisconteerd worden in de andere capaciteiten.

Net als de modellen, moeten ook de algoritmen (programma's) om deze modellen te bepalen efficiënt zijn. De rekentijd, benodigd door de algoritmen als functie van de grootte van de schakeling (hun tijd-complexiteit), moet zo laag mogelijk zijn. In dit proefschrift leggen we de nadruk op lineaire-tijd algoritmen. Zulke algoritmen zijn belangrijk in het licht van de steeds verder toenemende complexiteit van IC's.

Ook het geheugenbeslag van de algoritmen (hun geheugen-complexiteit) moet zo laag mogelijk zijn. Ondanks het belang van snelle algoritmen is de rekentijd in theorie onbegrensd. In de praktijk wordt de maximale grootte van een probleem dat opgelost kan worden veelal onbarmhartig beperkt door de grootte van het werkgeheugen van de gebruikte computer. Ook virtueel geheugen vormt geen oplossing, omdat dat ook begrensd is en omdat veelvuldig wisselen van de data tussen werkgeheugen en achtergrondgeheugen te veel tijd kan kosten. De geheugen-complexiteit van de algoritmen is dus eigenlijk nog belangrijker als hun tijd-complexiteit. In dit proefschrift streven we naar algoritmen met een sub-lineaire geheugen-complexiteit.

De technieken uit dit proefschrift zijn het meest effectief wanneer ze toegepast worden in de *layout ontwerp-lus*. Alleen dan is het mogelijk om kostbare *redesigns*, als gevolg van het te laat ontdekken van een probleem, te voorkomen. De modelleringstechnieken uit dit proefschrift moeten dus ingebouwd (kunnen) worden in de verificatie-programmatuur zoals een IC ontwerper die op zijn werkstation ter beschikking heeft. Het resulterende programma moet gebruikersvriendelijk zijn, en moet van de IC ontwerper geen kennis vereisen van de achterliggende wiskundige theorieën. Dit stelt eisen aan de opbouw van de algoritmen.

Gegeven bovengenoemde uitgangspunten, is dit proefschrift als volgt ingedeeld:

In hoofdstuk 2 wordt eerst het electrische gedrag van de bedrading op een IC bestudeerd. Dit gedrag kan in de regel worden beschreven in termen van verdeelde weerstanden, capaciteiten en inductanties. We gaan na hoe, en onder welke omstandigheden, zo'n beschrijving vereenvoudigd kan worden. Ook gaan we na wat het effect is van de verkleining van de afmetingen op IC's op het electrische gedrag van de bedrading. Een van de conclusies die in dit hoofdstuk getrokken wordt is dat bedradingscapaciteit steeds belangrijker wordt, maar dat de gangbare technieken om deze te bepalen niet voldoen voor geavanceerde IC technologieën en kritische ontwerpen.

In hoofdstuk 3 behandelen we het probleem efficiënt om te gaan met de enorme hoeveelheid geometrische gegevens die de layout van een VLSI (Very Large Scale Integration) schakeling beschrijven, met name toegespitst op het layout-extractieprobleem. We ontwikkelen onder andere een combinatie van de zogenaamde *corner-stitching* en *scanline* methoden, welke een lineaire tijd-complexiteit en een sub-lineaire geheugen-complexiteit realiseert. De algoritmen uit dit hoofdstuk zijn geïmplementeerd in een layout-extractieprogramma, genaamd Space, en de resultaten verkregen met dit programma bevestigen hun goede prestaties. Space is opgenomen in het NELSIS IC ontwerpsysteem.

In hoofdstuk 4 bespreken we de mathematiek en, in het kort, de theoretische achtergrond van een zogenaamde rand-elementenmethode voor de nauwkeurige berekening van de bedradingscapaciteiten van geïntegreerde schakelingen. Dankzij een nieuw algoritme voor het benaderen van de inverse van een matrix, ontstaat een lineaire tijd-complexiteit en een constante geheugen-complexiteit. Het resulterende capaciteitsnetwerk beschrijft nauwkeurig de totale belasting van alle signalen, maar bevat geen kleine, irrelevante, capaciteiten tussen afgelegen elementen.

In hoofdstuk 5 bekijken we hoe de mathematische concepten en technieken uit hoofdstuk 4 omgezet kunnen worden in praktische, efficiënte en krachtige algoritmen, die in een layout-extractie-programma ingebouwd kunnen worden. Zaken die hierbij aan de orde komen zijn, onder andere, de generatie van een 3-dimensionaal rand-elementenmodel van de schakeling en de koppeling met de eigenlijke netwerkherkenningsalgoritmen van het extractieprogramma. De algoritmen zijn inderdaad geïmplementeerd in het programma Space, en de resultaten verkregen met het programma tonen aan dat de ontwikkelde technieken het mogelijk maken nauwkeurige capaciteitsextractie op te nemen in de layout ontwerp-lus.

Het proefschrift eindigt in hoofdstuk 6 met conclusies en suggesties voor verder onderzoek.

* * *

PARALLEL PROCESSING FOR LINEAR PROGRAMMING

Jian Luo

20 februari 1992

Promotor: Prof.ir. G.L. Reijns

Sedert de eerste ontwikkeling en toepassing van Lineaire Programmering (LP) door George B. Dantzig in 1947, heeft LP praktische toepassingen gevonden in vele facetten van het bedrijfsleven, de industrie, op militair en bestuurlijk terrein. In de laatste vier decaden heet LP bewezen een buitengewoon krachtige techniek te zijn voor de praktische optimalisatie van toepassingen betreffende het efficiënte gebruik of de toewijzing van beperkte middelen. LP maakt deel uit van een fundamentele benadering op het gebied van de "Operations Research".

Een LP probleem vergt in het algemeen een groot aantal drijvende komma berekeningen alvorens de optimale oplossing wordt gevonden. Dit vereist in het algemeen een flinke hoeveelheid rekentijd. Daarom is het niet toevallig dat de theoretische ontwikkeling van het lineair programmeren samenvalt met de ontwikkeling van de computer-techniek. Zoals we in de laatste jaren hebben kunnen zien, heeft de populariteit van microprocessors een enorme vlucht gemaakt. Veel programmeringspakketten, die vroeger alleen maar beschikbaar waren voor "mainframes" zijn nu ook beschikbaar voor micro-computers. Hetzelfde geldt voor lineaire programmerings-programmatuur.

Supercomputers kunnen zeer snelle oplossingen verschaffen, maar zijn duur, anderzijds kunnen veel gebruikers zich microcomputers veroorloven, maar deze zijn meestal niet in staat voldoende hoge prestaties te leveren. Eén van onze belangrijkste drijfveren is dit gat te vullen door het ontwikkelen van een kosten-effectief parallel werkend systeem, voor de processing van LP problemen. Andere doelstellingen zijn het onderzoek naar de mogelijkheden bestaande LP algoritmen parallel te implementeren, te bezien of deze geschikt zijn voor verwerking op multiprocessor-systemen, hun prestaties te analyseren en enkele algemeen geldige benaderingsmethoden aan te geven voor de parallelle implementatie op multiprocessor-computers.

Tegenwoordig is er een groot aantal algoritmen voorhanden voor het oplossen van lineaire programmerings-problemen. Voor speciale toepassingsgebieden (b.v. voor het transport probleem) zijn er ook vele varianten van deze algoritmen beschikbaar die zeer efficiënt werken. Wij hebben echter de algemeen toepasbare algoritmen bestudeerd, aangezien het niet onze bedoeling was een specifiek applicatie gericht systeem te ontwikkelen.

Korte tijd nadat de door Dantzig ontwikkelde simplex methode het licht zag, werd dit in 1953 succesvol geprogrammeerd voor computer verwerking. Hoewel het bekend is dat in het meest ongunstige geval het gedrag ervan exponentieel is, viel dit in de praktijk erg mee. Gemiddeld gedraagt deze methode zich als polynomiaal. Sinds 1950 was het daarom gebruikelijk LP problemen op te lossen door middel van de simplex methode. Er kwam in deze situatie echter verandering toen in 1984 Karmarkar zijn "projective method" wereldkundig maakte. Niet alleen toonde hij aan, dat in het meest ongunstige geval, zijn methode een polynomiaal gedrag vertoont, hij maakte er ook aanspraak op dat in de praktijk zijn methode superieur was aan de simplex methode. Hoewel er scepsis bestond t.a.v. zijn "projective method", was dit het succesvolle begin van een nieuw onderzoeksgebied naar betere LP oplossingsmethoden. In de laatste jaren zijn er een enorm aantal nieuwe varianten van de "projective method" ontwikkeld. Deze nieuwe algoritmen worden gekarakteriseerd als inwendige punt methoden (interior point methods) aangezien het zoeken naar de optimale oplossing gebeurt binnen de convexe polyhedron, die gevormd wordt door de LP vergelijkingen, in plaats van langs de randen van de polyhedron, zoals bij de simplex methode het geval is.

De LP algoritmen kunnen in het algemeen als volgt worden ingedeeld:

- Conventionele methoden (exponentieel):
  - simplex algorithm
  - revised simplex algorithm
- Inwendige punt methoden (polynomiaal):
  - ellipsoid algorithms
  - projective algorithms
  - "pure" affine scaling algorithms
  - path-following algorithms
  - affine scaling algorithms

Een aantal inwendige punt methoden zijn gebleken effectief en superieur te zijn aan het simplex algoritme, althans wanneer het grote LP-problemen betreft. Een voorbeeld is de "Primal-Dual Interior Point Method" (PDIP), die tot de klasse van de "path following" methoden behoort.

Dit algoritme laat zeer goede verwerkings-resultaten zien en wordt als een zeer levensvatbare methode voor lineair programmeren beschouwd. In feite wordt bij alle inwendige punt methoden langs interactieve weg een stelsel van lineaire vergelijkingen opgelost, waarvan de coëfficiënten-matrix wordt gevormd door de vermenigvuldiging van de LP matrix met zijn getransponeerde matrix. De inwendige punt methoden verschillen van elkaar door de keuze van beginpunt, zoek-strategie en beëindigings-criterium en bijgevolg verschillen zij in oplossings-snelheid.

Gedurende een periode van 4 jaar onderzoek hebben wij practische ervaring opgedaan in parallelle processing, in het bijzonder door het ontwerpen en ontwikkelen van een transputer-netwerk. De transputer is een programmeerbare VLSI (very large scale integration) component, die beschouwd kan worden als een één-chips micro-computer voorzien van een eigen lokaal geheugen en verbindingswegen om transputers met elkaar te verbinden. De transputer is ontworpen als een programmeerbare bouwsteen voor parallelle systemen, variërend in complexiteit van micro-computer tot supercomputer. Elke transputer heeft een aantal verbindingswegen die elk een punt-tot-punt communicatie toestaan. Door deze verbindingswegen op verschillende manieren te verbinden, kunnen netwerken van verschillende afmetingen en topologie worden verkregen. Elke verbindingsweg verschaft een synchrone tweerichtings-communicatie en de communicatie via een verbindingsweg kan tegelijk plaatsvinden met een programma-verwerking en met communicatie via al zijn andere verbindingswegen. Wanneer transputers worden toegevoegd, groeit daardoor de communicatie-capaciteit en raken de verbindingswegen niet verzadigd. De meest efficiënte programmeringstaal voor de transputer is 'Occam', hoewel ook een aantal andere talen van hoog niveau kunnen worden gebruikt.

Voordat parallelle implementaties van het simplex algoritme werden gerealiseerd, werd een in 'C' geschreven simulatie-programma voor de VAX-computer geschreven. Dit programma simuleert een aantal parallelle implementaties, waarvan wordt verondersteld dat elke implementatie op een bepaalde hardware structuur wordt uitgevoerd. Nadat de simulaties waren uitgevoerd, hebben wij ons eigen parallelle processing-systeem gebouwd: genaamd "CARDIT" transputer-netwerk. Dit netwerk is samengesteld uit een aantal T800 transputers (een type transputer met een drijvende komma eenheid voor de verwerking van snelle drijvende komma berekeningen), waarvan er één fungeert als de "meester" transputer voor de besturing van de programma-synchronisatie van het gehele netwerk en zorgt voor de interactie met de buitenwereld via het systeem dat het transputer-netwerk onderdak verleent (een IBM/PC-AT in ons geval). Dit CARDIT systeem is een flexibel reconfigureerbaar transputer netwerk door

het toepassen van een programmeerbare kruisstangschakelaar. Door meer transputers toe te voegen en te verbinden met de kruisstangschakelaar kan het gehele systeem gemakkelijk worden uitgebreid. Vele van onze parallelle LP algoritmen zijn op dit systeem ontwikkeld. Andere transputer-systemen die we hebben gebruikt zijn het PARSYTEC MTM-PC systeem en het IMS B008 board, waarvan de "TRAMs" de bouwstenen vormen. Voor de ontwikkeling van onze programmatuur hebben we gebruik gemaakt van het "Transputer Development System" en de "Occam 2 Toolset". Het merendeel van onze transputer-programmatuur is geschreven in Occam met uitzondering van enkele kleine kern-segmenten, die geprogrammeerd zijn in de assembler-taal van de T800.

De volgende parallelle implementaties werden door ons gerealiseerd op de hierboven besproken transputer netwerken: het "single-phased simplex" algoritme (welke een aangepaste versie is van het simplex algoritme), het "revised simplex" algoritme, het "projective" algoritme van Karmarkar en het PDIP algoritme. Door het oplossen van een aantal proef-problemen (problemen die werden verkregen door toevals-generatie of practische problemen uit de publiek-toegankelijke NETLIB verzamelingen) bleek dat de parallelle versies van het simplex algoritme en van het herziene simplex algoritme, zeer hoge verwerkingsrendementen hebben. Het probleem van de werklast-balancering is minder ernstig dan werd verwacht, hoewel geen speciaal distributie-algoritme werd toegepast.

Bij het "Projective" algoritme konden voor enkele tijdrovende tussenberekeningen zeer hoge parallelle verwerkingsrendementen worden verkregen, maar in zijn geheel genomen is het prestatie-vermogen laag in vergelijking met de simplex procedure. Het is moeilijk het prestatie-vermogen ervan te verbeteren en te brengen tot een niveau vergelijkbaar met dat van het simplex algoritme. Dit is misschien alleen maar mogelijk wanneer het een zeer grootschalig LP probleem betreft.

Zoals hierboven vermeld, gaan bij inwendige puntmethoden de meest tijdrovende berekeningen zitten in het iteratief oplossen van stelsels van lineaire vergelijkingen. Aangezien de coëfficiënten-matrix van deze systemen van lineaire vergelijkingen enige speciale eigenschappen bezitten (symmetrisch, positief definiet, gewoonlijk ook van schaarse dichtheid en met een patroon van getallen ongelijk aan nul dat ongewijzigd blijft bij de elkaar opvolgende berekeningen), hebben wij technieken toegepast bij onze implementatie van het PDIP algoritme, die gebruik maken van deze eigenschappen. Het "Schur complement" werd toegepast op de coëfficiëntenmatrix voor de behandeling van kolommen met grote dichtheid (gewoonlijk alleen voor fase I). Op de coëfficiënten-matrix, die uit de LP-matrix wordt verkregen, wordt het "minimum degree ordering heuristic" toegepast teneinde de schaarse dichtheid van de LP factoren te behouden (het optimale rangschikkingsalgoritme is jammer genoeg een NP moeilijk probleem).

Spijtig genoeg vertoont de huidige parallelle implementatie van het PDIP algoritme weinig snelheidsverbetering, zelfs wanneer slechts twee of drie transputers worden toegepast. De voornaamste oorzaak hiervan is gelegen in het tijdverlies als gevolg van interprocessor communicatie. Gedurende het testen van NETLIB LP problemen bleek in enkele gevallen dat de interprocessor communicatie-tijden gelijk of zelfs groter waren dan de tijden die nodig zijn voor de berekeningen in de processors. Andere van belang zijnde factoren zijn de sequentiële verwerking van het Schur complementaire algoritme, het heuristische minimale rangschikkingsalgoritme en het algoritme dat een benaderde juiste verdeling geeft.

In dezelfde tijdspanne dat de parallelle LP algoritmen werden ontwikkeld, hebben we een aantal programmatische gereedschappen ontwikkeld voor conversie van de "data formats" van de verschillende LP invoer expressies, en een gebruikersvriendelijke interface om de verwerking van de invoer- en uitvoergegevens van de LP problemen te vergemakkelijken. Met de conversie-gereedschappen kan een programmeur bijvoorbeeld een LP probleem in de standaard MPS vorm vertalen naar een speciale vorm van schaarse dichtheid, die het beste geschikt is om intern door het programma te worden gebruikt. De gebruikers interface bestaat uit vier specifieke programmerings-gereedschappen, die bij elkaar horen: het "main" programma, de "editor", het "spreadsheet" en een vertaler van de taal waarin de LP vergelijkingen zijn uitgedrukt. Van deze vier programmeer-gereedschappen bestuurt het "main" programma de verwerking van het interface programma en bovendien wordt het gebruikt om het LP oplossingsprogramma te activeren dat wordt uitgevoerd op het transputer-netwerk; de "editor" en het "spreadsheet" worden gebruikt om de LP gegevens in de verschillende vormen te bewerken; en de vertaler om de taal waarin de LP vergelijkingen zijn uitgedrukt om te zetten naar een matrix spreadsheet vorm. Omdat veel practische LP problemen gedefinieerd zijn in mathematische vergelijkingen, waarin de initiële coëfficiënten zijn uitgedrukt in mathematische functies, verschaft de "equation language interpreter" een krachtig gereedschap om invoer te genereren voor direct gebruik door het LP oplossingsalgoritme.

Wij zijn thans bezig een betere parallelle implementatie van het PDIP algoritme te ontwikkelen. Tot de belangrijke modificaties, die we beproeven, behoren wijzigingen die een reductie in de communicatie tussen de processors bewerkstelligen door de verdeling van de te verwerken gegevens te wijzigen; door het bestuderen van de toepasbaarheid van een alternatief algoritme dat dichte kolommen behandelt ("conjugate gradient method"); door het toepassen van een alternatief, waarschijnlijk eenvoudiger heuristische manier van ordening van de LP matrix en door het vinden van een beter (benaderend) verdelingsalgoritme. Een analyse en de eerste testresultaten geven aan dat met de nieuwe parallelle implementatie veel betere prestaties, in termen van verwerkings-snelheid, zijn te verkrijgen, dan met de huidige implementatie.

* * *

DIRECTIONAL DECOMPOSITION OF TRANSIENT ACOUSTIC WAVE FIELDS

M.V. de Hoop

27 februari 1992

Promotoren: Prof.dr.ir. A.T. de Hoop en Prof.dr.ir. P.M. van den Berg

De richtingsafhankelijke decompositie van golven is een wiskundige methode om in de exploratiegeofysica (gemeten) seismische golfvelden te ontrafelen. Voor dit doel wordt een gegeneraliseerde methode behandeld om golven te ontbinden in componenten die in een glad variërend driedimensionaal medium een bepaald aantal keren op en neer hebben gereisd met betrekking tot een gegeven voorkeursrichting (reeks van Bremmer). In de exploratiegeofysica wordt de voorkeursrichting bepaald door de geologie van de ondergrond en wel in de volgende zin: de mediumparameters veranderen in de voorkeursrichting op een andere schaal dan in de richtingen loodrecht daarop.

De wiskundige methode is gebaseerd op een dimensionele reductie van het verstrooiingsprobleem en maakt gebruik van pseudodifferentiaaloperatoren. Dit soort operatoren heeft na discretisatie gewoonlijk een volledig gevulde matrixrepresentatie. Op verschillende manieren kan aan deze representaties een bandstructuur worden opgelegd. In dit proefschrift wordt een methode gevolgd die gebaseerd is op Thiele's ontwikkeling van de (linker) symbolen van de operatoren. Deze leidt tot ontwikkelingen in termen van standaard-elliptische operatoren waarvan de bandmatrixrepre-

sentaties bekend zijn (eindige differentie- of wavelet bases-technieken). Het gebruik van Thiele's ontwikkeling gaat gepaard met het genereren van kunstmatige golfverschijnselen. Voor een aantal canonieke configuraties zijn deze artefacten, in gesloten vorm, geanalyseerd.

De aldus geconstrueerde reeks van Bremmer kan worden toegepast in het inverse verstrooiingsprobleem. Voor dit laatste wordt een benaderde methode afgeleid die gebaseerd is op de reciprociteitsstelling van het tijdcorrelatietype. In deze benadering worden de metingen die nodig zijn op de rand van het gebied dat het onbekende object bevat, vervangen door berekenbare velden. Bij de berekening van de verschillende "computational states" in het inversievraagstuk kan met voordeel gebruik worden gemaakt van de decompositie die in de voorafgaande hoofdstukken is beschreven.

* * *

CONTACTLESS MICROWAVE LIFETIME MEASUREMENT

T. Otaredian
2 maart 1992
Promotor: Prof.dr.ir. S. Middelhoek

Het onderzoek dat in dit proefschrift wordt gepresenteerd, betreft het contactloos meten van de levensduur van minderheden in halfgeleiders met behulp van de microgolftechniek. Het onderzoek is een gemeenschappelijk project van de Vakgroep Elektronische Instrumentatie van de Faculteit der Elektrotechniek van de Technische Universiteit te Delft en het Natuurkundig Laboratorium van Philips te Eindhoven. Het doel van het project is om contactloos de recombinatielevensduur van minderheden te meten en om de relaties van de met de microgolfmethode gemeten levensduur en de verschillende fysische processen in halfgeleiders te onderzoeken.

De ontwikkelingen in de IC technologie in de laatste decennia zijn zo snel geweest dat zelfs de meest gewaagde voorspellingen zijn overtroffen. Echter de ontwikkelingen op het gebied van de meetmethoden en de middelen voor procescontrole en karakterisering waren minder spectaculair. Een belangrijk nadeel van de huidige meetmethoden is de noodzaak om contacten te moeten aanbrengen waardoor het onmogelijk wordt om snel "on-line" te meten. Daarnaast is het onmogelijk om aan het monster tijdens het proces metingen te doen die belangrijke informatie over de verschillende processtappen kunnen opleveren. Contactloze meetmethoden bieden een oplossing voor deze problemen. Als voordelen van de contactloze methoden kunnen worden genoemd: geen beschadiging door de probe, het voorkomen van verontreinigingen, het snel en gemakkelijk meten, het monster behoeft niet speciaal geprepareerd te worden, contactweerstandseffecten worden vermeden en de metingen kunnen onmiddellijk na een processtap worden uitgevoerd.

In hoofdstuk 1 wordt een overzicht gegeven van de bestaande contactloze methoden en wordt de keuze voor het gebruik van de microgolfmethode gemotiveerd.

In hoofdstuk 2 worden de reflectie- en transmissiecoëfficiënten voor microgolven berekend voor een-dimensionale golfpropagatie voor diverse configuraties. De verstrooiing van de elektromagnetische golven aan een monster met een niet homogene conductiviteit is beschouwd. Analytische benaderingen voor lage en hoge frequenties worden gepresenteerd. Er wordt bewezen dat de reflectiecoëfficiënt in het geval van een niet homogene conductiviteit voor relatief hoge frequenties benaderd kan worden door een homogeen monster te beschouwen met een constante conductiviteit gelijk aan de gemiddelde conductiviteit van het niet homogene monster. De reflectiecoëfficiënt voor een tijdsafhankelijk conductiviteitsprofiel kan met een DC-AC techniek worden bepaald. Hierbij wordt het monster op een bepaald conductiviteitsniveau gebracht door een DC belichting. Vervolgens wordt een AC storing aan de DC bestraling toegevoegd die een perturbatie van de stationaire toestand veroorzaakt. Er wordt bewezen, dat de AC reflectiecoëfficiënt evenredig is met de gemiddelde conductiviteit als een functie van de tijd. De evenredigheidscoëfficiënt is gedefinieerd als de gevoeligheid van de meting. De gevoeligheid is berekend en er wordt aangetoond dat voor sommige combinaties van de conductiviteit en de dikte van het monster, er een frequentie bestaat waarbij de gevoeligheid gelijk is aan nul. Het geval waarbij het monster aan een kant is bedekt met een materiaal met hoge conductiviteit is ook behandeld en het blijkt dat de gevoeligheid in dit geval drastisch verandert.

In hoofdstuk 3 worden verschillende bulkrecombinatieprocessen beschreven. Speciaal aandacht is besteed aan het indirecte recombinatieproces omdat dit proces het primaire recombinatieproces in belangrijke halfgeleiders zoals silicium is. Er wordt bewezen dat het Shockley-Read and Hall model alleen geldig is onder bepaalde voorwaarden. In het geval dat de concentratie van de diepe niveaus groot is in vergelijking met de meerderheidsconcentratie moet men een algemeen model toepassen. Dit model laat toe dat de concentraties en de levensduren van de extra elektronen en gaten verschillen. Het indirecte recombinatieproces voor verdeelde niveaus is ook bestudeerd. Het blijkt dat de distributie van deze niveaus het recombinatieproces voor zwaargedoopte halfgeleiders en voor halfgeleiders met een willekeurige doping bij hoge injectieniveaus niet beïnvloedt. Een studie van het effect van fotoionisatie op het totale recombinatieproces laat zien dat het recombinatieproces kan worden stopgezet door belichting. Het gelijk optreden van recombinatie en trapping heeft een grote invloed op het totale proces. Het daardoor ontstane langzame proces aan het eind van het totale proces kan worden geëlimineerd door een belichting die de traps ioniseert.

In hoofdstuk 4 wordt het oppervlakterecombinatieproces beschreven en het effect van de parameters van het Si-SiO_2 interface daarop bestudeerd. Het concept van de effectieve oppervlakterecombinatiesnelheid wordt ingevoerd als een parameter die het fysische proces volledig beschrijft en eenvoudig is om te gebruiken. Omdat geschikte randvoorwaarden voor de standaardmodellen in dit geval ontbreken, is voor een semi-analytische aanpak gekozen. De methode is beschreven in het algemeen en de benaderingen bij lage, matige en hoge injectieniveaus worden berekend. Er wordt bewezen dat de effectieve oppervlakterecombinatiesnelheid sterk afhangt van het injectieniveau en de oppervlaktelading. De oppervlaktelading trekt één van de soorten ladingsdragers aan en stoot de andere soort af. Dit effect verhoogt of verlaagt de oppervlakte-recombinatiesnelheid drastisch. De veranderingen zijn afhankelijk van de dotering en het gebruikte injectieniveau. Voor hoge oppervlakteladingsdichtheid, wordt de effectieve oppervlakte-recombinatiesnelheid verlaagd met een aantal orden van grootte door het ontbreken van de gaten aan het oppervlak. Het effect van de oppervlaktelading kan worden gecompenseerd door belichting, omdat de banden weer recht gezet worden bij hoge belichtingsniveaus.

In hoofdstuk 5 wordt het gedrag van microgolven, die gereflecteerd worden door een monster, waarin de ladingsdragers de processen van bulk en oppervlakterecombinatie en diffusie ondergaan, bestudeerd. Het blijkt dat de levensduur, die verkregen wordt uit het verloop van de gereflecteerde microgolven, gerelateerd is aan de bulk- en de oppervlakte-recombinatieprocessen. De invloed van externe elektrische en magnetische velden is bestudeerd en gemodelleerd door het introduceren van een anisotrope diffusiecoëfficiënt. De oplossing voor het geval waarbij een homogeen monster wordt bestraald door een bron die een goed gefocusseerde optische impuls aan het oppervlak van het monster produceert, is afgeleid. Deze

oplossing is de basis voor de bepaling van de oplossingen voor elke willekeurige optische bron. Een numeriek model wordt gepresenteerd voor niet homogene monsters. De amplitude en de fase van de door het monster gereflecteerde microgolven van het monster bij harmonisch gemoduleerde belichting, wordt uitgebreid behandeld. Deze methode heeft veel voordelen in vergelijking met andere methoden. Er wordt aangetoond dat door het meten van de amplitude en de fase van gereflecteerde microgolven aan de voor- en achteroppervlakken van een monster bij een geschikte frequentie van de optische bron, de bulklevensduur en de oppervlakte-recombinatiesnelheden van de voor- en achteroppervlakken afzonderlijk kunnen worden gemeten.

In hoofdstuk 6 wordt de meetopstelling en zijn overdrachtsfunktie beschreven. Het blijkt dat door een goede instelling van de microgolfopstelling het uitgangssignaal evenredig gemaakt kan worden met de gemiddelde overmaatconcentratie van ladingsdragers in het monster. De gebruikte methode van signaalverwerking hangt af van de gebruikte excitatiebron. Bij pulsexcitatie, kan de fundamentele levensduur bepaald worden door het "fitten" van het exponentiële gedeelte van het proces. Voor harmonische excitatie, kan de harmonische effectieve levensduur worden bepaald uit de fase van de gereflecteerde microgolven bij een gegeven modulatiefrequentie. Bij de harmonische methode kan de levensduur zeer nauwkeurig worden gemeten indien men een geschikte modulatiefrequentie kiest. Een reeks meetresultaten wordt gepresenteerd en besproken. Door het bepalen van de fundamentele levensduur van wafers met verschillende dikten kunnen de bulklevensduur en de oppervlakte-recombinatiesnelheid afzonderlijk worden bepaald. Bij harmonische excitatie worden de bulklevensduur en de oppervlakte-recombinatiesnelheden van de voor- en achteroppervlakken afzonderlijk voor elke wafer bepaald. De invloed van de oxydelading is bestudeerd met behulp van het implanteren van Si^+ ionen in oxydelagen met verschillende dikten. Deze ionen verhogen of verlagen de equivalente oppervlaktelading en veranderen daardoor de oppervlakterecombinatiesnelheid.

* * *

OPTIMAL DYNAMIC RANGE INTEGRATED CONTINUOUS-TIME FILTERS

G. Groenewold

2 maart 1992

Promotor: Prof.dr.ir. J. Davidse

Dit proefschrift handelt over het ontwerp van analoge, tijdcontinue filters met een optimaal dynamisch bereik. Het bestaan van een fundamentele limiet voor het dynamisch bereik van dergelijke filters wordt aangetoond, en methoden voor het bereiken van deze limiet worden gegeven.

Na een inleiding in het vakgebied in hoofdstuk 1, wordt in hoofdstuk 2 duidelijk gemaakt dat een analoog tijdcontinu filter practisch gesproken altijd kan worden gezien als een netwerk van integratoren. Het blijkt dan dat het dynamisch bereik afhankelijk is van zowel het netwerk als van de integratoren. In de hoofdstukken 3 en 4 worden respectievelijk de optimalisatie van de integratoren en van de netwerken behandeld. Met behulp van de resultaten hiervan worden in hoofdstuk 6 fundamentele limieten voor het dynamisch bereik uitgedrukt in de voedingsspanning, de capaciteit, de overdracht en de vermogensdissipatie van het filter. Tot slot worden in hoofdstuk 7 verbanden gelegd tussen het dynamisch bereik van een filter en de gevoeligheid van de overdracht ervan voor variaties in de componentwaarden.

* * *

REPRODUCTION OF DIGITAL SIGNALS IN MAGNETIC RECORDING - A THEORETICAL STUDY

D. Quak

30 maart 1992

Promotor: Prof.dr.ir. A.T. de Hoop

De techniek van de opslag van informatie door middel van magnetische registratie is van doorslaggevende invloed geweest op de ontwikkelingen in de maatschappij die verband houden met de halfgeleidertechnologie. Zonder de aanwezigheid van een snel toegankelijk en goedkoop opslagmedium voor de informatie zouden de ontwikkelingen op het gebied van de rekenmachines en de consumentenelektronica niet mogelijk zijn geweest. Informatie die betrekking heeft op geluid, beeld, computergegevens en meetgegevens wordt naar schatting voor het grootste deel met deze techniek vastgelegd.

In dit proefschrift is onderzoek verricht aan het proces waarmee de magnetisch opgeslagen informatie weer als een elektrische spanning ter beschikking komt (het leesproces), om daarna op elektronische wijze verder bewerkt en verwerkt te worden. Hierbij is aandacht besteed aan die ontwikkelingen binnen de magnetische registratie waarbij gebruik gemaakt wordt van een opslagmedium dat uit meerdere lagen met sterk verschillende magnetische eigenschappen bestaat. Verder zijn modellen ontwikkeld voor transducenten die de eigenschap bezitten, dat een karakteristieke afmeting in de looprichting van het magnetische opslagmedium ontbreekt. Hierdoor wordt het bij bepaalde frequenties optreden van sterke wisselingen in de responsie van de transducent voorkomen.

In de analyse wordt verondersteld, dat het leesproces beschreven kan worden door de quasi-statische benadering van de elektromagnetische veldvergelijkingen. De analyse wordt, in tegenstelling tot wat in de literatuur gangbaar is, uitgevoerd in de volledige driedimensionale ruimte.

In hoofdstuk 2 worden de basisbetrekkingen voor het quasi-statische magnetische veld gegeven. Vanuit deze relaties worden twee types reciprociteitsrelatie afgeleid. In de eerste plaats een reciprociteitstheorema dat is gebaseerd op de vectoriële vorm van de veldvergelijkingen en in de tweede plaats een reciprociteitsrelatie die is gebaseerd op de magnetische scalaire potentiaal. Vanuit elk van de reciprociteitsrelaties worden uitdrukkingen voor de lees-emk afgeleid.

In hoofdstuk 3 worden integraalrelaties van het Greense type afgeleid voor de magnetische veldsterkte en voor de magnetische fluxdichtheid in de quasi-statische benadering en wel voor een begrensd gebied, voor een halfruimte en voor de oneindige ruimte. De magnetische materialen in deze configuraties worden isotroop en stuksgewijs homogeen verondersteld. De desbetreffende magnetische veldgrootheden worden gebruikt in de uitdrukkingen voor de lees-emk.

In hoofdstuk 4 wordt de manier waarop het quasi-statische veld in een meerlagenstructuur kan worden berekend, behandeld. Deze meerlagenstructuur vormt het model van een magnetisch medium dat gebruikt wordt voor loodrechte magnetisatie (in welk geval de richting waarin het medium wordt gemagnetiseerd, loodrecht op het kopvlak staat). Om deze configuraties in hun algemeenheid te onderzoeken, voeren we een algemeen gelaagde structuur in waarvan we de eigenschappen bepalen. Iedere laag in deze structuur wordt verondersteld homogeen en willekeurig anisotroop te zijn. Het magnetische veld in deze configuratie wordt opgewekt door òf een laag met uniforme permanente magnetisatie òf een planaire elektrische stroom in het scheidingsvlak van twee lagen.

In hoofdstuk 5 wordt het leesproces in de tweedimensionale benadering geanalyseerd. De invloed op de lees-emk van de reversibele permeabiliteit

en van de dikte van de lagen waaruit het medium voor de kop is samengesteld, wordt bekeken. Hierbij wordt een enkele overgang van de magnetisatierichting bekeken, die gemodelleerd wordt als een boogtangensfunctie. Daar de nadruk op de invloed van de mediumeigenschappen ligt, wordt in de analyse een eenvoudig magneetkopmodel gebruikt, nl. de Karlqvistkop. Van het systeem "Karlqvistkop/enkellaagsmedium" onderzoeken we de invloed van de geometrische parameters op de responsie in het frequentiedomein. In deze responsie komen de zogenaamde "gap-nulls" voor. Dit zijn nulpunten van de responsiefunctie van de kop in het frequentiedomein. Geometrische eigenschappen van de kop zijn dientengevolge medebepalend voor de maximale informatiedichtheid die de kop uit het medium kan extraheren.

In hoofdstuk 6 wordt aangetoond, dat het optreden van de "gap-nulls" niet beperkt is tot inductieve ringkoppen met een smalle spleet, maar dat het verschijnsel ook voorkomt bij poolkoppen. Hier is de dikte van de pool t.o.v. de golflengte van de geschreven magnetisatie bepalend. Daarom vereist de toepassing van een poolkop een pool met een dikte die kleiner is dan de minimaal voorkomende golflengte van registratie. Daarentegen moet de dikte groot genoeg blijven om de magnetische flux te geleiden van het uiteinde van de pool naar de plaats waar de spoel die pool omgeeft, zich bevindt. Er wordt een theoretische behandeling gegeven van een nieuw soort poolkop die in staat is het optreden van "gap-nulls" te onderdrukken. Dit wordt bereikt door de pool een trapezoïdale dwarsdoorsnede te geven.

Tenslotte worden in hoofdstuk 7 kopconfiguraties geanalyseerd die sterk afwijken van de gebruikelijke inductieve ring- en poolkoppen. De kopgeometrie is een structuur bestaande uit vlakke elektrische stroombanen, die benaderd wordt door een oppervlaktestroomverdeling in het scheidingsvlak van twee gebieden. De analyse is toepasbaar op zowel twee- als driedimensionale configuraties. Voor tweedimensionale configuraties wordt het niet aanwezig zijn van een karakteristieke lengte in de looprichting van het medium bereikt door een niet-uniforme stroomverdeling in de stroombaan in te voeren. In driedimensionale configuraties wordt de onderlinge positionering van de stroombanen gebruikt om het optreden en de plaats van optreden van de "gap-nulls" te beïnvloeden.

* * *

THE IDENTIFICATION OF ANALYTICAL DEVICE MODELS

M.G. Middelhoek

7 april 1992

Promotor: Prof.dr.ir. J. Davidse

Analytische modellen van elektronische componenten spelen een belangrijke rol bij het ontwerpen en analyseren van elektronische schakelingen. Van alle mogelijke manieren om het gedrag van een component te beschrijven geven de analytische modellen de beste combinatie van nauwkeurigheid, compactheid en mathematische hanteerbaarheid. Het hoge abstractieniveau van de analytische modellen is onmisbaar voor het formuleren van een ontwerptheorie voor elektronische schakelingen. Daarnaast blijven de analytische modellen nauw verbonden met de fysische structuur van de componenten die ze beschrijven, zodat de parameters van het model gerelateerd kunnen worden aan het fabricageproces en de geometrie van de componenten. Hierdoor zijn de analytische modellen de vanzelfsprekende keuze voor toepassingen zoals proceskarakterisatie en het ontwerpen van geïntegreerde schakelingen en componenten.

De nauwkeurigheid waarmee een model het gedrag van een elektronische component kan voorspellen hangt af van de nauwkeurigheid van de modelparameters. Nauwkeurige parameterwaarden zijn daarom noodzakelijk voor zowel het betrouwbaar simuleren als het effectief ontwerpen van elektronische schakelingen. De nauwkeurigheid van de modelparameters kan alleen maar worden gegarandeerd wanneer ze worden afgeleid van het door meten bepaalde gedrag van de componenten.

In dit proefschrift presenteren we een algemeen toepasbare methode voor de identificatie van analytische modellen van elektronische componenten. Deze methode is gebaseerd op de techniek van 'data fitting', wat inhoudt dat de modelparameters worden bepaald door middel van het optimaliseren van een identificatiecriterium. De waarde van dit criterium is een maat voor het verschil tussen het gemeten gedrag van de component en het gedrag dat voorspeld wordt door het model. De keuze van het identificatiecriterium is gebaseerd op veronderstelde eigenschappen van het model en de meetfouten. De bruikbaarheid van een identificatiemethode hangt daarom af van de juistheid van deze veronderstellingen voor de in de praktijk voorkomende identificatieproblemen.

Ervaringen opgedaan met conventionele methoden voor modelidentificatie hebben tot de conclusie geleid dat parameterwaarden, die met behulp van deze methoden worden bepaald, niet zonder meer bruikbaar zijn voor het ontwerpen van elektronische schakelingen. In de eerste plaats zijn de zo bepaalde parameters allesbehalve reproduceerbaar; hun waarden zijn afhankelijk van het bereik en de verdeling van de metingen. In de tweede plaats zijn de zo bepaalde parameterwaarden vaak onverenigbaar met de fysische realiteit, wat een goede reden is om hun nauwkeurigheid in twijfel te trekken. Een uitvoerige analyse van het identificatieprobleem leidt tot het inzicht, dat deze tekortkomingen te wijten zijn aan de complete onverschilligheid waarmee conventionele identificatiemethoden het probleem van de beperkte geldigheid van het model benaderen. Conventionele datafittingsmethoden leveren onbetrouwbare parameters doordat ze meetgegevens gebruiken die buiten het geldigheidsgebied van het model liggen. Het belangrijkste inzicht dat verkregen wordt in dit proefschrift is dat modelidentificatie naast het bepalen van de modelparameters ook altijd het bepalen van het geldigheidsgebied van het model moet inhouden.

Het verbeterde theoretische inzicht in het identificatieprobleem heeft geleid tot een nieuwe methode voor de identificatie van analytische modellen genaamd de *'modus-selectie-methode'* (in het vervolg afgekort als MODES). De beperkingen van de conventionele identificatiemethoden worden overwonnen door een identificatiecriterium te formuleren dat veel 'robuuster' is. De reproduceerbaarheid van de door MODES bepaalde parameters kan worden gegarandeerd als het model een geldigheidsgebied heeft en een behoorlijk deel van de metingen in dat gebied ligt. Bovendien is MODES in staat om volledig automatisch, dus zonder verder ingrijpen van de gebruiker, een betrouwbare schatting te geven van de grens van het geldigheidsgebied van het model.

De MODES-identificatiemethode is geïmplementeerd als het algemeen toepasbare parameterextractieprogramma PARX. In dit programma zijn enkele nieuwe ideeën met betrekking tot de optimalisatietheorie geïntroduceerd. Van het begin af aan hebben we gesteld dat de betrouwbaarheid van de identificatiemethode het belangrijkste criterium zou moeten zijn bij de beoordeling van een implementatie. Dit leidt tot een herwaardering van enkele standaard optimalisatie-algoritmen. In dit proefschrift wordt aangetoond dat, door het algoritme met zorg te ontwerpen, de betrouwbaarheid van het identificatieproces, in vergelijking met conventionele identificatie-algoritmen, sterk verbeterd kan worden, zonder dat de efficiëntie daaronder lijdt.

De meest kenmerkende eigenschappen van de MODES-identificatiemethode kunnen als volgt worden samengevat.

MODES heeft de flexibiliteit van een datafittingsmethode en kan zonder meer toegepast worden op analytische modellen van een willekeurige complexiteit. Alle modelparameters worden gelijktijdig bepaald. Bovendien wordt het geldigheidsgebied van het model volledig automatisch uit de metingen bepaald op basis van een goed gedefinieerd geldigheidscriterium. Door het geldigheidsgebied van het model te bepalen, worden de beperkingen van het model zichtbaar gemaakt en gelokaliseerd, zodat duidelijk wordt waar het model moet worden uitgebreid. Door deze eigenschap is MODES een uitermate geschikt gereedschap voor het ontwikkelen van nieuwe modellen en het verbeteren van bestaande modellen. Omdat MODES de tekortkomingen van het model afzondert, zijn de modelparameters die met MODES bepaald zijn reproduceerbaar. Deze parameterwaarden verbeteren de nauwkeurigheid van circuitsimulaties en daarmee de betrouwbaarheid van de ontworpen schakelingen. MODES maakt het mogelijk om tot realistische schattingen te komen voor de nauwkeurigheid van de bepaalde parameters. Deze schattingen zijn onmisbaar voor alle toepassingen waarbij componenten met elkaar vergeleken worden op grond van hun modelparameters. Voorbeelden van dergelijke toepassingen zijn de synthese van elektronische schakelingen en de (statistische) proceskarakterisatie.

De implementatie van MODES die in dit proefschrift wordt gepresenteerd combineert robuustheid met efficiëntie. Vergeleken met conventionele datafittingsalgoritmen valt dit algoritme op door zijn vaardige behandeling van sterk niet-lineaire modellen en de mogelijkheid om overgeparameteriseerde modellen effectief te verwerken. De gebruikte optimalisatietechnieken zijn uitermate stabiel, ook voor beginwaarden die nog ver van de oplossing verwijderd zijn, en hebben een hoge convergentiesnelheid in de omgeving van de oplossing. Omdat deze technieken kunnen bijdragen aan de robuustheid van datafittingsalgoritmen in het algemeen kunnen ze interessant zijn voor een breder publiek.

Tenslotte merken we nog op, dat de toepassing van de MODES-identificatiemethode niet beperkt is tot het modelleren van alleen elektronische componenten. MODES vereist enkel dat het model asymptotisch is. Aan deze eis wordt voldaan door de meeste analytische modellen in andere takken van wetenschap en techniek.

* * *

ON CHAIN CODING OF LINE DRAWINGS

Kun Liu

4 mei 1992

Promotoren: Prof.dr. J.C. Arnbak en Prof.dr. R. Prasad

Het onderwerp van dit proefschrift is het digitaal coderen van lijntekeningen, bijvoorbeeld handgeschreven tekst. Met name wordt de chain-coderingstechniek bestudeerd. Bij communicatie per computer, is handgeschreven tekst een natuurlijke en doelmatige wijze van gegevensinvoer, met name voor het overbrengen van schetsen, grafieken, stroomdiagrammen, wiskundige formules en andere notatiewijzen die niet op een eenvoudige manier zijn in te toetsen. Interactieve communicatie tussen personen - met name ten behoeve van de uitwisseling van abstracte ideeën of problemen - heeft veel te winnen bij gelijktijdige transmissie van gesproken woord en grafische informatie.

De chain-codering van lijntekeningen wordt beschouwd binnen het algemene kader van aan getrouwheidscriteria onderhevige golfvormcodering. Voor de real-time communicatie van lijntekeningen wordt verondersteld, dat de voor de ontvanger relevante informatie geheel is bevat in de tot op elk bepaald moment door de zender verstuurde afbeelding. Derhalve kan deze studie zich beperken tot real-time spatiële bemonstering van de lijntekeningen. Een deel van de temporele informatie - zoals bijvoorbeeld de momentane schrijfsnelheid of -versnelling gaat hierbij verloren. Daar staat tegenover dat spatiële bemonstering een aanzienlijk grotere datareductie dan temporele bemonstering toestaat, zonder beduidende toename van de vervorming, vooropgesteld dat het bemonsteringsinterval juist gekozen wordt. De bepaling van dit interval is een van de onderwerpen die in dit proefschrift aan de orde komen.

Het ontwerp van chain-codes en de prestaties daarvan zijn afhankelijk van de karakteristieken van de te coderen tekening. Daarom is een statistisch model van de grafische invoer een belangrijk hulpmiddel bij het ontwerp van een chain-code. De spatiële verdeling van lijnsegmenten wordt op empirische wijze uit karakteristieke lijntekeningen verkregen. Deze meetresultaten worden gebruikt bij het opstellen van een wiskundig model. Met dit model wordt een prestatie-analyse, in termen van vervorming en codering-efficiëntie uitgevoerd. In het bijzonder maakt dit model het mogelijk, om voor een bepaalde klasse van standaard chain-codes een kwantitatief verband tussen vervorming en bit-rate te leggen. Hiermee wordt een ontstaat een gereedschap dat ontwerpers in staat stelt om voor gegeven prestatie-eisen een chain-code te construeren.

Voor een gegeven chain-gecodeerde lijntekening wordt het genereren van een efficiënte binaire representatie bestudeerd. Hierbij wordt rekening gehouden met mogelijk optredende bit-fouten, die inherent zijn aan reële transmissiekanalen. Binnen dit kader wordt de prestatie van een klasse van chain-coderingsschema's bepaald. Door het uitbuiten van de correlatie tussen opeenvolgende, spatieel gekwantiseerde lijnsegmenten staan deze schema's een grotere datareductie toe dan standaard chain-codering.

Tenslotte wordt de chain-coderingstechniek toegepast op het coderen van facsimiledocumenten die onder meer blokken met lijntekeningen bevatten. De datacompressieverhouding van standaard chain-codes wordt vergeleken met de voor facsimile gangbare run-length-codering. Op kwantitatieve wijze wordt aangetoond, dat chain-codes een hogere codeerefficiëntie bereiken, mits de totale lengte van de curves binnen een blok begrensd is. Er wordt een afleiding gegeven van de kritische curvelengte, waarboven run-lengte codering het qua efficiëntie wint.

* * *

SPINNING-CURRENT METHOD FOR OFFSET REDUCTION IN SILICON HALL PLATES

P.J.A. Munter

16 juni 1992

Promotor: Prof.dr.ir. S. Middelhoek

Het onderzoek dat in dit proefschrift wordt gepresenteerd heeft als doel om een offsetloze magnetisch veld gevoelige Hall plaat in silicium te realiseren. Slechts het magnetisch veld gevoelige Hall effect in de Hall plaat is van belang; alle mogelijke oorzaken van offset, ofwel alle overige transductie effecten, moeten gereduceerd worden. De offset is afhankelijk van de mechanische spanningen in de behuizing van de sensor, de temperatuur en varieert met de tijd. Deze offset bepaalt het minimale magnetische veld dat gemeten kan worden, ongeveer 100 mT, zonder een (periodieke) calibratie van de sensor. De enige manier om de variabele oorzaken van offset consistent te kunnen reduceren, is deze adaptief te compenseren door gebruik te maken van één en dezelfde sensor.

Na de verscheidene oorzaken voor offset te hebben geclassificeerd, kunnen we de spinning-current methode introduceren als een nieuwe manier om de transductie effecten te scheiden op basis van hun stroomrichtingsafhankelijkheid. Experimenten met spinning-current Hall platen, met en zonder benodigde electronische circuits, tonen aan dat alle mogelijke oorzaken van offset kunnen worden gereduceerd, ongeacht de mechanische spanningen, de temperatuur of de tijd. Een kleine residuele offset van minder dan 100 μT wordt nu slechts bepaald door die oorzaken van offset die dezelfde richtingsonafhankelijkheid als het Hall effect vertonen, te weten het Peltier effect en de inhomogeniteiten. In spinning-current Hall platen is de offset een factor 10 kleiner dan de offset in heden ten dage gebruikte orthogonaal gekoppelde Hall platen.

Hoofdstuk 1: Inleiding

De algemene eigenschappen van silicium Hall platen worden kort beschouwd. De offset in silicium Hall platen, welke nog niet geheel verklaard is, vormt een beperking voor het toepassen van Hall platen. Op dit moment is de beste methode om offset in Hall platen te reduceren het orthogonaal koppelen van twee of meer gelijke symmetrische Hall platen. Alhoewel deze methode de offset kan reduceren van meer dan 100 mT tot slechts 1 mT, zal nooit een volledige reductie van de offset kunnen worden gerealiseerd wegens de onvermijdbare verschillen in locale mechanische spanningen, temperatuur en geometrie, tussen de Hall platen. De enige mogelijke methode om een volledige reductie van offset te verkrijgen is om één enkele symmetrische spinning-current Hall plaat met behulp van een electronische schakeling orthogonaal met zichzelf te schakelen.

Hoofdstuk 2: Hall plaat modellering

Alle mogelijke transductie effecten welke kunnen bijdragen aan het uitgangssignaal van een silicium Hall plaat zijn geclassificeerd: het Hall effect, het piezoweerstandseffect, de geometriefouten en de thermische effecten. Zowel de stroomgrootte- alsmede de stroomrichtingsafhankelijkheid van al deze transductie effecten is onderzocht, daarbij gebruik makend van een combinatie van intuïtieve analytische modellen en eindige-elementen numerieke simulaties. Het blijkt dat de transductie effecten ook geclassificeerd kunnen worden op grond van hun stroomrichtingsafhankelijkheid. Het stroomrichtingsonafhankelijke Hall effect kan zo onderscheiden worden van de stroomrichtingsafhankelijke oorzaken van offset.

Hoofdstuk 3: De spinning-current offset-reductie methode

De spinning-current methode is geïntroduceerd als een nieuwe manier om de transductie effecten te kunnen scheiden op grond van hun stroomrichtingsafhankelijkheid. De offset-reductie methode welke is gebaseerd op het orthogonaal schakelen van enkele gelijke symmetrische Hall platen wordt vergeleken met de spinning-current methode waarbij één enkele symmetrische Hall plaat wordt gebruikt. De residuele offset in orthogonaal gekoppelde Hall platen wordt bepaald door het gemiddelde van de asymmetrieën in de individuele Hall platen.

Bij de spinning-current methode wordt de richting van de stroom in een enkele symmetrische Hall plaat stapsgewijs gespind om de as door het centrum van de Hall plaat. Tegelijkertijd wordt de uitgangsspanning bemonsterd aan het Hall contactpaar dat loodrecht staat op de stroomrichting. De achtereenvolgens beschikbare monsters van de periodieke uitgangsspanning worden Fourier getransformeerd om zo de verschillende ruimtelijke symmetrierelaties in afzonderlijke Fourier coëfficiënten te scheiden. De stroomgrootteafhankelijkheid van elke Fourier coëfficiënt kan de verschillende transductie effecten die bijdragen aan dezelfde Fourier coëfficiënt, toch nog op basis van hun stroomgrootteafhankelijkheid van elkaar scheiden. De bemonsterhoek waarover de stroom stapsgewijs moet worden gespind, wordt bepaald door de symmetrierelatie met de kleinste periodiciteit. De bemonsterhoek bepaalt daardoor tevens het minimum aantal Hall contacten dat nodig is in een spinning-current Hall plaat. De residuele offset in spinning-current Hall platen met tenminste 8 Hall contacten wordt uitsluitend bepaald door de transductie effecten met dezelfde stroomrichtingsafhankelijkheid als het Hall effect.

Hoofdstuk 4: Experimentele resultaten

Hall platen met ten hoogste 24 Hall contacten zijn gerealiseerd om de spinning-current methode te kunnen verifiëren. Zoals door de experimenten is aangetoond, blijkt Fourier transformatie inderdaad de transductie effecten met verschillende symmetrierelaties te scheiden in afzonderlijke Fourier coëfficiënten in het ruimtelijke frequentiespectrum. Het Hall effect kan geëxtraheerd worden door simpelweg alle monsters van de uitgangsspanning bij elkaar op te tellen. De magnetisch veld gevoeligheid wordt niet significant gereduceerd door het gebruik van een 8-contacts Hall plaat, indien de verhouding tussen de Hall plaatdiameter en de Hall contactdiameter kleiner is dan 1/10.

De verscheidene Hall platen zijn in experimenten onderworpen aan verschillende mechanische spanningen, geometrische fouten en thermische effecten. Deze experimenten alsmede de numerieke simulaties tonen aan dat de spinning-current Hall platen een offset van minder dan 100 μT vertonen. De residuele offset wordt bepaald door de richtingsonafhankelijke oorzaken van offset, te weten het Peltier effect, welke ronddraait met het spinnen van de stroom, en de inhomogeniteiten, en niet door de grootte van de initiële offset.

Hoofdstuk 5: Een slimme spinning-current Hall plaat

Zoals middels de experimenten is aangetoond, draagt de electronische schakeling, welke nodig is om de stroom te kunnen spinnen en de monsters van de uitgangsspanning bij elkaar op te tellen, geen significante offset bij aan de residuele offset van de Hall plaat zelf. Een MOS contactencommutator, een verschilversterker, een chopper en kortsluitschakelaars zijn in een hybride schakeling geïmplementeerd, waarbij de monsters worden gemiddeld in een dubbelintegrerende analoog-digitaal omzetter. De benodigde nauwkeurigheid om de offset significant te kunnen reduceren bepaalt de integratietijd van ten minste 1 ms. Deze integratietijd beperkt zowel de bandbreedte voor magnetisch veld veranderingen als de frequentie waarmee de stroom dient te worden gespind. De onnauwkeurigheid in de bemonsterintervallen is verwaarloosbaar bij deze lage frequenties. De schakelpieken, welke optreden als de stroomrichting wordt veranderd, worden uitgemiddeld door de kortsluitschakelaar aan de ingang van de dubbelintegrerende analoog-digitaal omzetter. Zoals dit onderzoek heeft aangetoond, is een spinning-current Hall plaat onder alle omstandigheden in staat op een consistente wijze alle oorzaken van offset te reduceren.

* * *

DATA COMPRESSION TECHNIQUES FOR DIGITAL VIDEO RECORDING

P.H.N. de With

25 juni 1992

Promotoren: Prof.dr.ir. E. Backer en Prof.dr.ir. J. Biemond

De videorecorder is in de korte tijd van zijn bestaan een populair en onmisbaar apparaat geworden voor zowel professioneel als recreatief gebruik. De snelle opkomst en ontwikkeling van digitale signaalbewerkings-

technieken hebben geleid tot een hernieuwde studie van de huidige analoge systeemconcepten voor videorecorders. Bij digitale bewerking en opslag kunnen de videobeelden met een constante en hoge kwaliteit worden gereproduceerd en het is daarnaast ook mogelijk om beelden op een geavanceerde manier te manipuleren. Twee inzichten motiveren het onderzoek naar compressiesystemen ten behoeve van digitale opslag van videosignalen. Ten eerste bestaat de verwachting - gebaseerd op zowel economische als technische overwegingen - dat digitale videorecorders spoedig grootschalig zullen worden toegepast in de consumentenelektronica. Ten tweede is het aantrekkelijk om het videosignaal in de recorder te comprimeren, teneinde de grote benodigde bandbreedte voor digitale overdracht van beeldinformatie te reduceren.

Het eerste deel van dit proefschrift geeft een historisch overzicht en beschrijft de onderzochte compressietechnieken voor experimentele digitale videorecorders van de afgelopen tien jaar. De relatie tussen de registratie van videosignalen en de toegepaste compressie-algoritmen is aangegeven vanuit het gezichtspunt van de opslagcapaciteit van de videocassette, het niet-stationaire gedrag van de recorder als communicatiekanaal en de zoekfaciliteiten van de recorder. De nadruk in de systeembeschrijvingen ligt op de details die specifiek zijn voor opslagtoepassingen, zoals robuustheid, editen en zoekmogelijkheden. Uit het gegeven overzicht kan worden geconcludeerd dat complexe algoritmen, zoals transformatiecodering en het gebruik van gescheiden (YUV) signaalcomponenten voor luminantie- en kleurinformatie, aan populariteit hebben gewonnen, teneinde vooral de beeldkwaliteit te kunnen verhogen. Tevens worden drie recente toepassingen beschreven, namelijk videorecorders voor hoge-definitie televisie, elektronische fotografie en de opslag van televisiebeelden voor multimedia toepassingen met lage bitsnelheden, zoals bijvoorbeeld voor Compact Disc spelers.

Het tweede deel van dit proefschrift beschrijft een intrabeeld Discrete Cosinus Transformatiecodering (DCT) voor compressie van TV beelden van standaarddefinitie met een compressiefactor 4-6, hetgeen resulteert in een bitsnelheid van 20-25 Mbit/s. Deze architectuur is op succesvolle wijze toegepast in een experimentele digitale videorecorder. De drie hoofdstappen in het systeem, namelijk transformatie, quantisatie en variabele-lengte codering, worden eerst beschreven, waarbij in detail is gelet op implementatie-aspecten en robuustheidseigenschappen. In een tweede fase is de systeemkwaliteit verder verhoogd door bewegingsdetectie en bewegingsadaptieve quantisatie en codering toe te voegen.

Het derde deel van dit proefschrift is gewijd aan maatregelen ter verbetering van de robuustheid tegen fouten en van de signaalreconstructie tijdens de zoekweergave. Ten eerste wordt het systematisch ontwerpen verduidelijkt van robuuste zelfsynchroniserende variabele-lengte codes, die een snellere decodersynchronisatie bewerkstelligen dan normale codes. Vervolgens is het gedrag van deze codes getest in het eerder beschreven intrabeeld DCT coderingssysteem, waarbij gebruik gemaakt is van bittoewijzingsalgoritmen met zowel een als twee coderingstabellen. Het gebruik van zelfsynchroniserende codes heeft aangetoond dat de robuustheid aanzienlijk verbetert, echter onder de voorwaarde, dat speciale maatregelen worden genomen tegen zeer ongunstige omstandigheden, zoals bijv. een lange reeks van fouten.

Naast het gebruik van zelfsynchroniserende codes is in dit proefschrift ook een hoofdstuk gewijd aan een alternatieve manier van intrabeeld codering, die gebaseerd is op het coderen van deelbeelden in een constante hoeveelheid bits. Dit wordt ook wel gesegmenteerd coderen genoemd. Een dergelijk systeem is zeer robuust tegen kanaalfouten, omdat de decoder wordt gesynchroniseerd in vaste tijdsintervallen. Teneinde segmenten van constante lengte te realiseren, wordt een segment eerst geanalyseerd voordat de definitieve compressie plaatsvindt, zodat het segment tijdelijk moet worden opgeslagen in een buffergeheugen. De zoekweergave bij hogere snelheden is in detail onderzocht om de optimale segmentgrootte te kunnen berekenen waarbij nog steeds leesbare informatie kan worden teruggewonnen. Algoritmen voor het bepalen van de volgorde waarin de deelbeelden worden bewerkt, die de beeldkwaliteit bij zowel normale afspeelsnelheid als de zoekweergave beïnvloeden, worden eveneens behandeld.

Het vierde en laatste deel van dit proefschrift is gewijd aan compressie en opslag van hoge-definitie televisiebeelden (HDTV) voor toepassingen in de consumentenelektronica. Dit onderwerp is op twee manieren bestudeerd. De eerste benadering streeft naar een geleidelijke invoering van HDTV en is gebaseerd op de aanname dat er al digitale videorecorders voor standaarddefinitie televisie aanwezig zijn. Deze benadering vereist een beeldcoderingssysteem dat een HDTV signaal splitst in een signaal lijkend op standaard TV (compatibel) en een aanvullend of surplus signaal. Om dit te realiseren zijn subband filtering en herbemonstering van het signaal toegepast, waarbij vouwcomponenten die resulteren van de herbemonstering konden worden vermeden door te schakelen tussen filters van even en oneven lengte. Coderingsexperimenten, die gebaseerd zijn op intrabeeld DCT codering van het compatibele TV signaal, hebben aangetoond dat een scenario met TV compatibiliteit mogelijk is, maar het gaat echter wel ten koste van de coderingsefficiëntie.

De tweede benadering beoogt de realisatie van een HDTV recorder met aparte opslagfaciliteiten voor normale TV beelden op dezelfde recorder. In deze videorecorder kunnen de HDTV signalen onafhankelijk van het standaard televisiesignaal worden gecodeerd, maar zij dienen wel meer te worden gecomprimeerd dan normale TV signalen, omdat slechts het twee- of drievoudige van de voor TV gebruikte bitsnelheid beschikbaar is bij praktisch realiseerbare recordermechanica. De extra compressie is verkregen door voor elk tweede HDTV beeld bewegingsgecompenseerde DCT codering toe te passen. Deze techniek is gecombineerd met intrabeeld DCT codering van elk eerste HDTV beeld, zodat in totaliteit een systeem ontstaat dat nog steeds editen en zoekweergave toelaat op groepen van twee televisiebeelden, terwijl na de compressie een uitgangsbitsnelheid van ongeveer 50 Mbit/s wordt gerealiseerd.

* * *

ON THE CHARACTERIZATION AND OPTIMIZATION OF HIGH-SPEED SILICON BIPOLAR TRANSISTORS

P.J. van Wijnen
25 juni 1992
Promotor: Prof.dr.ir. J. Davidse

Dit proefschrift handelt over een op-de-plak hoogfrequent meetsysteem en de toepassing van zo'n systeem op nauwkeurige klein-signaal karakterisatie en optimalisatie van zeer snelle bipolaire transistoren. Het eerste deel van het proefschrift bediscussieert het klein-signaal meetsysteem en de ontwikkeling van een consistente meetmethodiek (hoofdstukken 1 t/m 7). Het tweede deel van het proefschrift behandelt de toepassing van zo'n aanpak op een aantal praktische problemen (hoofdstukken 8 t/m 12). Het eerste hoofdstuk geeft een kort overzicht van de ontwikkeling van de bipolaire transistor en belicht de behoefte aan nauwkeurige hulpmiddelen voor de karakterisatie, modellering en optimalisatie van bipolaire structuren. Hoofdstuk twee geeft een inleiding in klein-signaal analyse en het gebruik van twee-poort parameters. In hetzelfde hoofdstuk behandelen we ook

verstrooiingsparameters waarvan we vervolgens de samenhang aanduiden met de meer gebruikelijke Kirchhoff-parameters *z*, *y*, *h*, *g*, *a* en *b*. In hoofdstuk drie beschrijven we de specifieke hoogfrequent-kleinsignaalmeetopstelling zoals wij die opgebouwd hebben uit commercieel verkrijgbare componenten. Ook behandelen we een aantal kritieke onderdelen van deze opstelling zoals de *s*-parameter testset, de koppelaars, de microgolf opnemers en andere relevante aspekten van het meetsysteem. In hoofdstuk vier stellen we de validiteit van klein-signaalanalyse aan de orde voor sterk niet-lineaire elementen zoals diodes en transistoren. Door gebruik te maken van een eenvoudige theoretische analyse, zijn we er in geslaagd de linearisatiefout te kwantificeren als functie van de aangeboden signaalgrootte. We bevestigen deze analyse aan de hand van een experimentele aanpak. We laten zien dat het nodig is om het bereik van korrekte signaalsterkte vast te stellen en dat dit bereik niet erg groot is (-30 tot -20 dBm). Sterker nog, voor metingen bij lage temperatuur is het maar de vraag of zo'n bereik wel bestaat.

Alhoewel microgolfsystemen erg nauwkeurig en verfijnd zijn, laten we zien dat de meetresultaten niet direkt bruikbaar zijn zonder verder expliciet de invloed van het totale meetsysteem in beschouwing te nemen. De mate van succes van microgolf meetsystemen is sterk afhankelijk van de wijze waarop men besluit te corrigeren voor fouten geïntroduceerd door het meetsysteem en door parasitaire componenten van de te meten structuren. Indien niet of incorrect uitgevoerd, blijkt zo'n korrektie al gauw de zwakste schakel te zijn in het meetproces. In hoofdstukken 5 t/m 7 behandelen we uitgebreid de basis van een meet- en correctiemethodiek teneinde op een consistente wijze voor deze fouten te compenseren. In het bijzonder gaan we na hoe deze algemene methodiek toegespitst kan worden op metingen op de plak. Hoofdstuk vijf begint met het strikt definiëren van de verschillende foutenbronnen en op welke manier we besluiten voor ieder van deze fouten te compenseren. Daartoe maken we onderscheid tussen foutenbronnen geassocieerd met het meetsysteem zelf en die met de teststructuur. We zijn van mening dat deze scheiding ook doorgetrokken moet worden in de correctieprocedures. We noemen dit de tweetrapsbenadering. Vervolgens behandelen we deze foutencorrectieprocedure en de ermee samenhangende foutenmodellen voor het geval van een één-poort. Daarna presenteren we geheel nieuwe resultaten in de vorm van analytische formules die de samenhang geven tussen de onnauwkeurigheid in de standaard strukturen gebruikt tijdens de calibratiefase en de daaruit voortvloeiende fouten in de berekening van de verstrooiingsparameters van teststructuren. Deze uitdrukkingen zijn algemeen en zijn niet gebaseerd op de gebruikelijke - en meestal onjuiste - aanname dat de meetfout geïntroduceerd door het meetsysteem klein is in vergelijking tot de grootheden van de geteste structuur. In hoofdstuk zes breiden we de theorie zoals die ontwikkeld werd voor de één-poort uit naar het algemene geval van een *n*-poort. De resulterende foutenmodellen worden vervolgens toegespitst op het geval van een tweepoort, vooral in combinatie met metingen op de plak. In het bijzonder behandelen we de invloed van en correctie voor overspraak, veroorzaakt door zowel de signaalopnemers alsook door de teststructuur zelf. We laten zien dat de effectieve overspraak sterk afhankelijk is van de eigenschappen van de te meten structuur. In hoofdstuk zeven geven we een verdere rechtvaardiging van onze tweetrapsbenadering en bespreken we de ontrafeling van de fouten geassocieerd met parasitaire componenten van de teststructuur. We laten zien dat een van de voordelen van de tweetrapsaanpak is dat men kwantitatief inzicht verkrijgt in de grootte van de diverse foutenbronnen, daarmee de weg openend naar verbetering van de teststructuren. Ook geven we in hoofdstuk zeven aan waar de beperkingen liggen van de huidige aanpak en wat anderen recentelijk hebben bijgedragen ter verdere verbetering. Tenslotte belichten we de effectiviteit van de in dit proefschrift behandelde methodiek door metingen aan een bipolaire transistor te presenteren die zich uitstrekken tot 40 GHz.

Het tweede deel van dit proefschrift bestaat uit vijf hoofdstukken van eerder gepubliceerd materiaal. Deze hoofdstukken laten zien hoe deze meetmethodiek met succes kan worden toegepast op industrieel relevante problemen van bipolaire-transistor-optimalisatie en karakterisatie. De eerste publikatie (hoofdstuk 8) vergelijkt de resultaten van de nieuwe hier gepresenteerde methode met die van de voorheen gebruikelijke methode. We laten zien dat de parasitaire componenten op de plak inderdaad een grote invloed hebben op de gemeten grootheden tenzij op de juiste wijze gecorrigeerd wordt. Dit verschijnsel is vooral duidelijk indien men metingen aan de stroomversterking als functie van de frequentie en resulterende gegevens voor de afsnijfrequentie als functie van de collectorstroom beschouwt. In deze publicatie lieten wij voor het eerst zien dat het mogelijk is op de plak individuele structuren te meten en karakteriseren, ook al zijn de emitters kleiner dan 1 μm^2. In hoofdstuk 9 bediscussiëren we de gemeten hoogfrequent-karakteristieken van kleine bipolaire transistoren in het frequentiegebied tot 18 GHz als functie van de aangelegde spanningen. We behandelen een aantal veelgebruikte kwaliteitscijfers die uit de tweepoortmetingen kunnen worden afgeleid. We laten daarmee zien dat klein-signaalkarakterisatie onmisbaar is voor nauwkeurige modellering en parameter extractie.

In hoofdstukken 10 t/m 12 behandelen we transistor optimalisatie met als doel het verbeteren van de hoogfrequenteigenschappen. Hoofdstuk 10 beschrijft het gebruik van een plaatselijke collectorimplantatie teneinde de eigenschappen van poly-siliciumtransistoren te verbeteren. Experimentele gegevens worden gepresenteerd die aangeven hoe een plaatselijke toename van de collector dotering onder de emitter kan worden ingezet om de eigenschappen naar wens te krijgen. Daarnaast laten we zien hoe zo'n plaatselijke implantatie de uniformiteit van de transistoreigenschappen verbetert, zowel van plaats tot plaats op een plak alsook van plak tot plak. Hoofdstuk 11 behandelt de optimalisatie van de basisstructuur en de gedetailleerde geometrie van de transistoren. We bediscussiëren de gevolgen van de keuze tussen een enkel- of dubbelzijdig basiskontakt en behandelen voor ieder van deze keuzes de afhankelijkheid van zowel de lengte alsook de breedte van het emitteroppervlak. We laten zien dat de "beste keuze" sterk afhankelijk is van de criteria die bij de optimalisatie gebruikt worden. In het bijzonder bestaat er een duidelijk verschil tussen het gevonden optimum voor de afsnijfrequentie van de stroomversterking en die van de vermogensversterking. Tenslotte, in hoofdstuk 12, behandelen we de invloed van het basisprofiel op de hoogfrequenteigenschappen. We laten zien dat, in tegenstelling tot wat algemeen aangenomen wordt, een uniform doteringsniveau in de basis beter is dan een aflopend profiel, indien een aantal realistische randvoorwaarden op de juiste manier in beschouwing genomen worden. Verrassend genoeg blijkt dat een oplopend profiel zelfs nog beter is, zij het dat het hier slechts om een marginale verbetering gaat. De theoretische afleiding heeft een aantal anderen aangezet tot verder werk.

Samenvattend kunnen we zeggen dat we hebben laten zien dat kleinsignaalmetingen tegenwoordig een onmisbaar onderdeel vormen van de karakterisatie en optimalisatie van bipolaire transistoren.

AN EXPERIMENTAL DSP-BASED TACTILE HEARING AID

R.W.M. Mathijssen
20 september 1991
Promotoren: Prof.dr.ir. J.E.W. Beneken en Prof.dr. H. Bouma

De enige manier waarop totaal dove mensen in een alledaagse situatie spraak kunnen verstaan is door gebruik te maken van spraakafzien (ook wel liplezen genoemd). Dit betekent echter, dat mensen bij wie de mond minder duidelijk beweegt (bijvoorbeeld door slechte articulatie of te vlug spreken), of bij wie de mond minder goed te zien is (door te weinig licht, of tegenlicht), slecht te verstaan zijn door iemand die doof is. Maar zelfs onder optimale omstandigheden, d.w.z. wanneer iemand duidelijk en niet te vlug spreekt bij een correcte verlichting, is spraakafzien nog niet eenvoudig - omdat een aantal bewegingen van het spraakkanaal van buiten af niet zichtbaar is - en zeker vermoeiend.

Verder kunnen dove mensen allerlei alledaagse geluiden niet horen, terwijl deze soms wel belangrijke informatie kunnen bevatten. Denk hierbij aan claxons, aan roepen, aan een aanstormende trein, enzovoort.

Als nu enige vorm van informatie over spraakgeluiden, of geluiden in het algemeen, aangeboden kon worden, zou dit iemand die doof is aanmerkelijk kunnen helpen. Op zich is het weten dat er een (luid) geluid is vaak al voldoende informatie. Door te kijken kan men dan te weten komen wat dat geluid veroorzaakt kan hebben. Een experimenteel systeem, dat in staat is om aan te geven dat er geluid is, en dat voor het spraakafzien ondersteunende informatie aan kan bieden, wordt in dit proefschrift besproken.

Aangezien deze informatie niet akoestisch kan worden aangeboden, zal dit systeem gebruik moeten maken van een alternatieve manier om zijn informatie aan te bieden. We hebben er voor gekozen om deze informatie niet visueel aan te bieden. Immers dove mensen hebben hun ogen maar al te zeer nodig om te kunnen spraakafzien, en om te letten op zaken, waarop horende mensen door geluid attent worden gemaakt. De huid - of meer exact, het gevoels- en tast orgaan (het tactiele orgaan) - kan wel een goed alternatief zijn om informatie aan te bieden. Het systeem dat in dit proefschrift wordt beschreven probeert daar dan ook gebruik van te maken; vandaar zijn naam: een Tactiel Hoor Hulpmiddel.

Aangezien het nog niet duidelijk is welke (spraak)informatie het meest geschikt is om aan de huid aan te bieden, is het systeem zodanig opgezet, dat het in principe mogelijk is om verschillende soorten informatie te halen uit het spraaksignaal, of elk willekeurig geluidssignaal. Dit is gerealiseerd door gebruik te maken van een zogenaamde Digitale Signaal Processor (DSP). Dit is een micro-processor die speciaal ontworpen is om te rekenen aan (geluids-)signalen.

In dit proefschrift wordt een aantal programma's voor het tactiele hoor hulpmiddel besproken, welke de toonhoogte (of grondfrequentie), of de formant frequenties uit het spraaksignaal kunnen afleiden, en het frequentiespectrum of de energie inhoud van een geluidssignaal kunnen bepalen. Al deze programma's werken practisch "real-time" (d.w.z. ze werken zo snel dat ze een stukje geluidssignaal kunnen bewerken, binnen de tijdsduur van dat stukje geluid), en kunnen de onttrokken informatie binnen ca. 50 milliseconde presenteren.

Eén methode, waarbij informatie wordt aangeboden over de formant frequenties en energie inhoud van spraaksignalen, is geëvalueerd in een inleidende test, met zowel dove als horende proefpersonen. Het bleek dat alle proefpersonen beter konden spraakafzien, als hen ook tactiele informatie over het spraaksignaal werd aangeboden op een vingertop. De training die nodig bleek om de herkenningsscore significant te laten stijgen was relatief kort: afhankelijk van de proefpersoon lag deze tussen ca. 5 tot 10 uur. Voor de dove proefpersonen werd een gemiddelde relatieve stijging van 50% waargenomen in de herkenningsscores, wanneer tactiele informatie wordt aangeboden.

* * *

A GENERALIZATION OF FAULT-TOLERANCE BASED ON MASKING

T. Krol
24 september 1991
Promotoren: Prof.ir. A. Heetman en Prof.dr. J. Vytopil

Het doel van dit proefschrift is het generaliseren van de methode *'masking'* die wordt gebruikt ter verbetering van de betrouwbaarheid van digitale systemen. Tevens wordt een methode gepresenteerd die het correct functioneren van een fouten-tolererend systeem onafhankelijk maakt van een onbetrouwbare omgeving. Voor dit laatste doel is een nieuw en efficiënt algoritme voor interactieve consistentie ontwikkeld.

Tot nu toe werden fouten-tolererende digitale systemen veelal beschreven door te verklaren hoe in een bepaalde architectuur de extra, d.w.z. redundante, onderdelen of deelsystemen worden benut om de betrouwbaarheid van het totale systeem te vergroten. In deze context dient de betrouwbaarheidsverbetering te worden beschouwd als de verhouding tussen de Mean-Time-Between-Failures van een fouten-tolererend systeem en de Mean-Time-Between-Failures van een niet-fouten-tolererend systeem met dezelfde functionaliteit.

Fouten-tolererende architecturen worden tegenwoordig met succes toegepast in telefooncentrales, in computers voor het betaalverkeer, ruimtevaart, en zelfs in de burgerluchtvaart.

Het nadeel van de huidige ontwerpmethoden voor fouten-tolererende digitale systemen is het feit dat de betrouwbaarheid niet alleen afhankelijk is van de verbetering die verkregen wordt door het toepassen van een basisarchitectuur, maar dat de betrouwbaarheidsverbetering tevens afhankelijk is van allerlei ontwerpdetails. Bovendien wordt de betrouwbaarheidsverbetering bepaald door de vraag of het architectuurconcept consequent is toegepast of dat bepaalde aanpassingen zijn gemaakt teneinde de kosten te verlagen. Voor veel ontwerpen van fouten-tolererende systemen blijkt het erg moeilijk te zijn om gedurende het ontwerpproces de ontwerpbeslissingen te herkennen die kritisch zijn voor de betrouwbaarheidsverbetering. In feite komt het er op neer dat als gevolg van de toegepaste ontwerpmethode de betrouwbaarheidseigenschappen niet kunnen worden geverifieerd tijdens het ontwerpproces. Dus de uiteindelijke betrouwbaarheidsverbetering van het fouten-tolererend systeem hangt sterk af van de kwaliteit van het ontwerp, het ontwerpproces en het validatieproces. In ieder geval is de berekende of geschatte betrouwbaarheidsverbetering van veel ontwerpen twijfelachtig.

In dit proefschrift wordt beschreven hoe voor de klasse van fouten-tolererende digitale systemen die gebaseerd zijn op 'masking' een aantal van deze nadelen weg te nemen zijn door het fouten-tolererend systeem te reduceren tot een verzameling gekoppelde Moore machines en door de kritische data communicaties in een dergelijk systeem te identificeren.

Bovendien zal het klassieke masking concept worden gegeneraliseerd door de meerderheidsfunctie, die de kern vormt van deze methode, te vervangen door een decodeerfunctie van een foutencorrigerende code. Het resultaat hiervan zullen we 'Generalized Masking' noemen.

De totale klasse van fouten-tolererende digitale systemen, die gebaseerd is op Generalized Masking met inbegrip van de klassieke masking systemen kan, indien de systemen op een voldoend hoog nivo van abstractie beschreven zijn, door twee deelklassen worden gekarakteriseerd, afhankelijk van de wijze waarop de deelsystemen verbonden zijn. Deze twee deelklassen worden gekarakteriseerd door respectievelijk twee functies, nl. X en Y of door drie functies, nl. X, Y en Z, alsmede door het maximum aantal T te tolereren defecte modules. De systemen die door deze twee klassen beschreven worden zijn respectievelijk (X,Y,T) systemen en (X,Y,Z,T) systemen.

De functie X beschrijft de manier waarop ieder van de modules in het fouten-tolererend systeem zijn informatie ontvangt van de buitenwereld. We zullen aantonen dat deze functie altijd correct moet worden uitgevoerd, ook wanneer die buitenwereld foutieve en misleidende informatie naar het systeem stuurt. Is aan deze voorwaarde niet voldaan, dan kan het fouten-tolererend systeem zich incorrect gaan gedragen zelfs wanneer minder modules defect zijn dan volgens het ontwerp is toegestaan. Dit wordt het 'Input Problem' genoemd.

Het correct uitvoeren van de functie X houdt in dat de correct functionerende modules in het fouten-tolererend systeem allemaal tot dezelfde conclusie moeten komen betreffende de informatie die zij vanuit de externe bron hebben ontvangen. Wanneer die externe bron correct functioneert dan moet die conclusie overeenkomen met de data die door die externe bron was verstuurd.

Algoritmen die soortgelijke eigenschappen bezitten als de eigenschappen die vereist zijn voor de functie X zijn de zogenaamde algoritmen voor interactieve consistentie of Byzantijnse Generaals Algoritmen. Sinds 1978 worden deze algoritmen onderzocht en sindsdien zijn vele resultaten gepubliceerd.

De algoritmen voor interactieve consistentie hebben het nadeel dat wanneer twee of meer fouten getolereerd moeten worden, een enorme hoeveelheid data tussen de modules van het fouten-tolererend systeem moet worden uitgewisseld. Voor praktische toepassingen betekent dit dat niet meer dan drie of vier defecte modules in een systeem getolereerd kunnen worden. Teneinde de hoeveelheid data die verzonden moet worden te verminderen, wordt een nieuwe klasse van algoritmen voor interactieve consistentie gepresenteerd, die minder communicatie vereist indien het aantal te tolereren defecte modules kleiner is dan vier. Helaas wordt geen verbetering verkregen voor het meest eenvoudige algoritme, nl. het algoritme dat geschikt is voor vier modules waarvan er ten hoogste één fout mag zijn.

Tenslotte worden in dit proefschrift een aantal methoden gepresenteerd die het Input Problem oplossen. Deze algoritmen zijn gebaseerd op algoritmen voor interactieve consistentie.

Samenvattend is het doel van dit proefschrift

- De generalisatie van de ver-N-voudiging methode, welke gebaseerd is op een gedistribueerde uitvoering van een foutencorrigerende code. Het resultaat noemen we 'Generalized Masking'.
- De definitie van twee klassen fouten-tolererende systemen die de klasse van systemen die gebaseerd zijn op Generalized Masking karakteriseren.
- De presentatie van een bepaalde architectuur, het (N,K)-concept, die gebaseerd is op Generalized Masking en waarvan de voordelen in de praktijk zijn bewezen.
- De presentatie van een symboolcorrigerende code ten behoeve van het (4,2) concept, die naast symboolfouten ook nog in staat is bit-fouten te corrigeren zonder dat daar extra redundantie voor nodig is.
- De definitie van het Input Problem van een fouten-tolererend systeem.
- De presentatie van een nieuwe klasse van synchrone deterministische algoritmen voor interactieve consistentie die gebaseerd is op meerderheidsbeslissingen en foutencorrigerende codes en die in praktische toepassingen minder data communicatie vereist dan de bestaande synchrone deterministische algoritmen voor interactieve consistentie.
- De oplossing van het Input Problem met behulp van gelijksoortige algoritmen als de algoritmen voor interactieve consistentie.

* * *

SMALL ELECTROSTRICTIVE DILATATIONS OF CUBIC CRYSTALS

S. van Sterkenburg

4 oktober 1991

Promotoren: Prof.dr. T.G.M. Kleinpenning en Prof.dr. F.N. Hooge

Dit proefschrift behandelt de elektrostrictie van enkele eenvoudige kubische kristallen. Om betrouwbare metingen te kunnen uitvoeren is een nieuwe meetopstelling ontwikkeld. Deze bestaat uit twee Michelson interferometers waarvan de ene de verplaatsing meet van de bovenkant van het sample en de andere de onderkant van het sample.

Via metingen is aangetoond dat de Coulomb krachten, veroorzaakt door de lading op de elektrodes van het sample, een verplaatsing veroorzaken van de sample houder. Met de nieuwe meetopstelling is het mogelijk de invloed van die verplaatsingen te reduceren tot een acceptabel niveau.

Met de nieuwe meetopstelling zijn de elektrostrictie coëfficiënten gemeten aan kristallen behorend tot drie verschillende kristal structuren.

Ten eerste is gemeten aan acht alkali halide kristallen. De resultaten van onze metingen verschillen van eerder in de literatuur vermelde meetresultaten. Onze meetresultaten geven een positief teken van de elektrostrictie coëfficiënt γ_{11} en negatieve tekens van γ_{12} en γ_{44}. De resultaten komen redelijk overeen met theoretisch berekende waarden die in de literatuur te vinden zijn. We hebben een relatief sterk anisotropisch gedrag van de elektrostrictie gemeten, wat ook volgt uit de theorieën.

Ten tweede hebben we de elektrostrictie gemeten van drie aard alkali fluorides. We hebben positieve waarden gemeten voor alle drie de elektrostrictie coëfficiënten γ_{11}, γ_{12} en γ_{44}. Ook hierbij is een sterk anisotropisch gedrag gemeten. De elektrostrictie coëfficiënten van de aard alkali fluorides zijn ongeveer een factor drie kleiner dan die van de alkali halides.

Ten derde hebben we de elektrostrictie onderzocht van twee elementen met diamant structuur, namelijk silicium en diamant.

De betrouwbaarheid van de metingen hebben we gestaafd aan de volgende drie punten:

i) de frequentie onafhankelijkheid van de gemeten uitzetting van de samples in het frequentiebereik van 40 Hz tot 10 kHz
ii) de reproduceerbaarheid van de metingen
iii) de overeenkomst tussen de gemeten anisotropie en de tensor wiskunde ervan.

Aan de drie voorwaarden is voldaan bij alle metingen, wat op een goede betrouwbaarheid wijst.

Er is een theorie ontwikkeld om de grootte van de drie elektrostrictie coëfficiënten te berekenen. In deze theorie wordt de elektrostrictie berekend uit de inwendige energie van een gepolariseerd kristal. Door verplaatsing van ladingen in het kristal verandert de Coulomb energie en de afstotende kernpotentiaal. De elektrostrictie coëfficiënten worden berekend met behulp van de elasticiteit en de derde afgeleide van de inwendige energie. De theorie legt een verband tussen elektrostrictie met andere elektrische en elastische materiaaleigenschappen. Aan de hand van de theorie zijn de elektrostrictie coëfficiënten van de alkali halides, aard alkali fluorides en de kristallen met diamant structuur berekend. De resultaten van de berekeningen zijn redelijk in overeenstemming met de door ons gemeten waarden.

* * *

DE ONTWIKKELING VAN ELEKTR(ON)ISCHE CIRCUITS VOOR GASONTLADINGSLAMPEN IN DE PERIODE 1944-1984

J.C. Moerkens

25 november 1991

Promotoren: Prof.ir. J. Rozenboom en Prof.dr. J.A. Schot

Gasontladingslampen en hun stabilisatie- en ontsteekcircuits zijn onafscheidelijk met elkaar verbonden. In de beginjaren van deze moderne lichtbronnen speelde het daarbij behorende lampcircuit slechts een bescheiden rol. Doch geleidelijk kwam hierin - mede door onderzoek - verandering en ontstond die onmisbare wederzijdse beïnvloeding van lamp- en circuitontwikkeling, waardoor de huidige, meer het optimum benaderende, schakelingen konden ontstaan.

Het belang van de circuitontwikkeling in de verlichtingswereld nam verder toe door de komst van betrouwbare electronica-componenten, waardoor revolutionaire schakelingen konden ontstaan.

De gehele ontwikkelingsgang vanaf de komst van de eerste smoorspoelen in 1944 tot en met de intrede van de moderne electronische circuits wordt in dit proefschrift behandeld, waarbij niet alleen de werking van de diverse systemen beschreven wordt, maar ook het ontwikkelingsproces wordt gevolgd dat elk van de huidige circuits heeft doorlopen.

In twaalf hoofdstukken worden de volgende onderwerpen besproken:

- Fysische achtergronden van electrische ontladingen met de daaruit volgende taken van het bijbehorende lampcircuit.
- Het ontwerpen van TL-voorschakelapparaten. De mogelijke spoelconstructies worden nagegaan en een berekeningsmethode gegeven.
- Principiële onderzoeken op het gebied van levensduur van transformatoren en condensatoren en het overlijdensgedrag daarvan, brom, uitwendig magnetisch lekveld, beveiligingsmethoden, wikkelmethoden, radiostoring, stroomvervorming, het gebruik van audio-frequenties in voedingsnetten.
- Een historisch overzicht van de meest toegepaste circuits voor TL-lampen nl. die voor een netspanning van 220 V en met gebruik van een glimlicht-starter. Gestart wordt met de meest primitieve modellen; daarna volgt de ontwikkeling tot en met de modernste uitvoeringen. Ook de redenen van de wijzigingen worden besproken.
- Daarop aansluitend eenzelfde overzicht van de toegepaste constructies voor landen met een lage netspanning van 110-125 V.
- De studies aan starterloze circuits. De werking van de in de loop der jaren ontstane systemen en de uitvoeringsvormen in historische volgorde.
- Door het beschikbaar komen van meer, en vooral betrouwbare, electronica-onderdelen ontstonden nieuwe mogelijkheden, waaronder de electronische starter voor TL-lampen. Ook de uitvoeringsvormen zoals deze elkaar hebben opgevolgd, worden besproken. Bij de dan volgende hybride schakelingen wordt de lamp niet alleen electronisch ontstoken maar blijft ook in de bedrijfstoestand het electronisch circuit in werking waardoor duidelijk rendementsvoordeel optreedt.
- Het regelen van het lichtniveau van TL-lampen werd eerst bij de komst van thyristors pas goed mogelijk. Behandeld worden het regelprincipe en bovendien schakelingen voor het dimmen van grote en kleine vermogens, het regelen bij lage temperaturen en het automatisch regelen.
- Naast een beschrijving van de diverse lampen met een hoge lichtintensiteit volgt een uitgebreide circuitbehandeling en een historisch overzicht daarvan. De ontwikkelingsgang van de diverse electronische ontstekers, waardoor o.a. nieuwe lampconstructies mogelijk werden, wordt uitgebreid beschreven.
- Interessant is het om de Amerikaanse circuits te beschrijven en te vergelijken met de Europese systemen. De verschillen worden verklaard en van commentaar voorzien.
- De eerste electronische lampcircuits gingen uit van batterijspanningen van 6 t/m 110 V voor de verlichting van voertuigen. Hieruit ontstonden transistoromvormers voor kleine vermogens. Ook groepsomzetters voor 1 kW belasting zijn ontwikkeld.
- De ontwikkeling van de hoogfrequente ballast voor TL-lampen betekende het begin van een nieuw tijdperk op het gebied van de circuits voor gasontladingslampen. De ontwikkeling van deze hoogfrequentcircuits wordt gevolgd. Na een onderzoek naar de diverse mogelijkheden, wordt vervolgens ingegaan op de werking en de gunstige eigenschappen van het gekozen principe. Dat met slechts geringe wijzigingen hiermee ook het lichtniveau geregeld kan worden, is slechts een van de vele extra features die met dit hoogfrequente circuit mogelijk zijn.
  Ook bij de z.g. gloeilampvervangende gasontladingslampen met ingebouwde spoel is de overgang naar een electronisch circuit zeer welkom, o.a. door een flinke gewichtsbesparing. De komst van electronische circuits betekent het begin van een totale omwenteling op het gebied van lampcircuits en geeft grote mogelijkheden bij de ontwikkeling van nieuwe lampen.

* * *

TOPICS - A CONTRIBUTION TO ANALOG DESIGN AUTOMATION

D.M.W. Leenaerts

21 januari 1992

Promotoren: Prof.dr.ir. W.M.G. van Bokhoven en Prof.dr.ing. J.A.G. Jess

Het in dit proefschrift beschreven onderzoek behandelt enkele problemen, welke ontstaan wanneer men het analoge ontwerpproces tracht te automatiseren.

Het omgaan met de vele vrijheidsgraden is één van de belangrijkste problemen in het syntheseproces. Dit probleem kan beschouwd worden als het vinden van alle oplossingen van stelsels (on)gelijkheden. Een methodiek is ontwikkeld om het algemene geval te kunnen oplossen, namelijk het vinden van alle oplossingen van onderbepaalde stelsels van (niet) lineaire (on)gelijkheden, waarbij de variabelen eventueel begrensd kunnen zijn in hun waarde. Het algoritme garandeert het vinden van de oplossingen in een eindig aftelbaar aantal stappen. Deze methode is uitgebreid om toegepast te kunnen worden in een hiërarchische omgeving. Daartoe worden alle oplossingen gevonden, die consistent zijn met oplossingen verkregen op hogere (lagere) niveaus.

Onderzoeksresultaten toonden aan dat de methode goed gebruikt kan worden om een ander bekend probleem in de analyse van circuits, namelijk het vinden van alle DC instelpunten van schakelingen, op te lossen. De methode hoeft daarbij geen gebruik te maken van initiële waarden, start intervallen of roosterpunten.

Voor het verrichten van circuit analyse is een hiërarchisch georiënteerde stuksgewijs lineaire simulator, PLANET genaamd, ontwikkeld. Deze simulator kan met voordeel worden toegepast in een hiërarchische ontwerpomgeving vanwege het feit dat het analyseproces nu hetzelfde tracé kan doorlopen als het syntheseproces. Andere kenmerken van deze simulator zijn het gemakkelijk kunnen vervangen van deelblokken door andere en de impliciete bepaling van het gedrag van deelschakelingen.

De beschreven methoden vormen de basis van een expert systeem, TOPICS genaamd, in staat zijnde tot het selecteren van topologieën, het dimensioneren van transistoren en het analyseren ervan. TOPICS heeft tot doel het automatisch ontwerpen van analoog geïntegreerde schakelingen. De database is momenteel opgezet om operationele versterkers in CMOS technologie te ontwerpen.

Een belangrijk kenmerk van TOPICS is dat de synthese is gebaseerd op het handelen met intervallen in plaats van met punten als oplossingen. Dit laat een grotere ontwerpvrijheid toe alsmede een maximale optimalisatie van het totale gedrag van de schakeling. Een algemeen kernpunt van TOPICS is dat zowel de synthese als de analyse geconcentreerd zijn binnen één (hiërarchisch georiënteerde) stuksgewijs lineaire omgeving. TOPICS maakt geen gebruik van vaste topologiestructuren om zodoende een breed scala van schakelingen te kunnen ontwerpen. De zoekstrategie, het opdelen van de ontwerpeisen alsmede de topologie van de schakeling worden door middel van regels gecontroleerd, terwijl ook de verkregen oplossingsruimten op vorige ontwerpniveaus worden meegenomen in de beslissingen.

Experimenten tonen aan dat de door TOPICS gebruikte ontwerpfilosofie correct blijkt te zijn. Een drietal operationele versterkers zijn door TOPICS ontworpen. Metingen gaven resultaten welke in goede overeenstemming waren met de berekeningen.

Tenslotte, een evaluatie van de voorgestelde theorieën en technieken laat een bijzonder goede indruk achter. De methoden zijn algemeen toepasbaar en kunnen met voordeel gebruikt worden bij het automatiseren van het analoog circuit ontwerp.

* * *

MAGNETIC SWITCHING TECHNIQUES FOR HIGH POWER PULSE GENERATION

A.L. Keet

24 januari 1992

Promotoren: Prof.dr.ir. P.C.T. van der Laan en Prof.dr.ir. A.J.A. Vandenput

Voor het exciteren van gepulste gaslasers en gepulste rookgasreinigers in industriële installaties zijn de conventionele technieken zoals thyratrons niet meer toereikend, dit vooral door de geringe levensduur bij een combinatie van hoge piekvermogens en hoge herhalingsfrequenties. Daarom moeten er nieuwe technieken ontwikkeld worden. In dit toepassingsgebied is een combinatie van halfgeleider schakelaars en magnetische puls compressie de oplossing. Voor het bedrijven van deze voedingen bij hoge herhalingsfrequenties moet men streven naar circuits met een hoog rendement. In dit proefschrift worden technieken en theoretische achtergronden van de magnetische puls compressie uiteengezet.

In hoofdstuk II beschouwen we de magnetische schakelaar (verzadigbare spoel) welke het belangrijkste component is in een circuit voor magnetische puls compressie. De twee belangrijkste eigenschappen van deze schakelaar zijn: het moment van schakelen en de grootte van de zelfinductie in verzadigde toestand. Een eenvoudige theorie geeft ons een goede voorspelling van het moment van schakelen, maar dezelfde theorie geeft alleen een goede voorspelling van de verzadigde zelfinductie als de spoel vele windingen heeft. Door alle bijdragen van de gekoppelde en niet gekoppelde fluxen in beschouwing te nemen is het toch mogelijk om deze verzadigde zelfinductie nauwkeurig te voorspellen. De op grond van deze theorie berekende waarden komen bijzonder goed overeen met de experimenteel gemeten waarden.

Naast de geometrische afmetingen van de schakelaar is de keuze van het magnetische materiaal, die afhankelijk is van de specifieke toepassing van de magnetische schakelaar, ook zeer belangrijk. Meestal zal de keuze gemaakt worden tussen de amorfe magnetische materialen of ferrieten. Ook de wijze van opbouw van de koperen windingen is belangrijk. We vonden dat alhoewel de magnetische schakelaars hoogfrequente stromen voeren, toch de verliezen in een geslagen koperen kabel voldoende laag bleven, zodat het toepassen van een hoog frequente litze kabel niet noodzakelijk was.

Hoofdstuk III beschrijft circuits voor het genereren van hoogspanningspulsen met een hoog rendement. Door het combineren van een parallel en een serie compressie circuit kan de benodigde hoeveelheid magnetisch materiaal worden verminderd ondanks de noodzaak een extra magnetische schakelaar toe te voegen. Dit nieuwe circuit is gebouwd en getest in een hoogspanningspuls-generator die 40 kV pulsen van 20 J afgeeft bij een herhalingsfrequentie van 400 Hz. Het bereikte electrisch rendement is 70%.

De eisen die gesteld worden aan pulsgeneratoren verschillen in grote mate van het toepassingsgebied. Voor het ontwerpen van pulsgeneratoren met de voorwaarde van een hoog rendement heeft de ontwerper de keuze uit diverse circuits. Dikwijls zal een nieuw circuit ontworpen moeten worden.

In het geval van een excimeer laser beschrijven we in hoofdstuk IV een nieuw circuit hetgeen gebaseerd is op het principe van "prepuls" en "mainpuls". Een magnetische schakelaar zorgt voor electrische scheiding van de twee circuits en zorgt tevens voor het resonante opslingeren van de spanning. Het voordeel van dit circuit is een nette overgang tussen prepuls en mainpuls met de mogelijkheid om zes maal de steady-state spanning te halen en zonder extra tijdvertraging tussen de pulsen omdat de spanning en de stroom niet van teken omkeren. Met behulp van dit z.g. Magnetically Induced Resonant Voltage Overshoot Circuit (MIRVOC), werd een electrisch naar optisch rendement behaald van 5%.

* * *

SPEECH RECOGNITION BY RECURSIVE STOCHASTIC MODELLING

J.J. Nijtmans

6 mei 1992

Promotoren: Prof.dr.ir. W.M.G. van Bokhoven en Prof.dr.ir. A.C.P.M. Backx

Het onderzoek aan algoritmen voor automatische spraakherkenning, zoals beschreven in dit proefschrift, bestaat uit twee gedeelten. Het eerste deel houdt zich bezig met het beschrijven van een spraaksignaal door middel van een geschikte set parameters. Een keuze is gemaakt voor de log area ratio parameters. Er is een segmentatie-algoritme ontworpen gebaseerd op deze parameters.

Het tweede gedeelte beschrijft het herkenningsproces. Er is een nieuwe methode ontwikkeld, gebaseerd op een nieuw model: het Recursive Markov

Model (RMM). Deze methode is een uitbreiding van het bestaande Hidden Markov Model (HMM), met de volgende voordelen:

- Vermindering van rekentijd. Onwaarschijnlijke toestanden kunnen tijdelijk verwijderd worden als de kans laag genoeg is.
- Hiërarchische modellen worden ondersteund, waarin zowel hoge als lage niveaus (syntax/phonemen) dezelfde structuur hebben.
- Hergebruik van modellen is ondersteund. Bijvoorbeeld lettergrepen die in meerdere woorden voorkomen hoeven slechts één keer gedefinieerd te worden. Dit is mogelijk op alle niveaus, en leidt vooral bij een grote woordenschat tot een aanzienlijke geheugenbesparing.

Twee nieuwe algoritmen zijn ontwikkeld voor training en herkenning op basis van het RMM. Het Recursive Forward Backward algoritme is in staat alle parameters te trainen enkel op basis van trainingszinnen. Ook "supervised" training, waarbij de identiteit van elk woord gegeven wordt, is mogelijk. In dit proefschrift wordt een bewijs afgeleid, dat dit algoritme altijd convergeert naar een lokaal maximum van de gedefinieerde waarschijnlijkheidsfunctie, zoals ook het overeenkomstige HMM-algoritme doet. Het Recursive Viterbi algoritme is de basis voor de herkenning. Met dit algoritme kan tegelijkertijd met de herkenning een segmentatie uitgevoerd worden, ook rekening houdend met informatie over hogere niveaus. Daarom bleek dit algoritme beter te zijn dan die in het eerste deel.

Het algoritme voor spraak-analyse is geïmplementeerd op een TMS320C25 digitale signaalprocessor (DSP). De log area ratio parameters kunnen in real-time berekend worden met behulp van de geschreven software. Omdat het geheugen van het DSP-systeem te klein was, zijn de segmentering en herkenning niet hierop geïmplementeerd. Het segmentatie-algoritme, geschreven in MATLAB op een PC, is in staat zeer nauwkeurig segment-grensposities te bepalen; alleen is het probleem dat te veel grenzen overgeslagen worden en ook te veel toegevoegd. Om deze fouten te corrigeren is meer informatie over het spraaksignaal nodig, wat niet beschikbaar is.

Het Recursive Forward Backward Training algoritme en het Recursive Viterbi algoritme zijn geïmplementeerd in ANSI-C op een APOLLO DN3000 workstation. De software is hardware-onafhankelijk, dus het kan gebruikt worden op ieder systeem met ANSI-C en genoeg geheugen.

Twee abstracte talen zijn gebruikt om de algoritmes te testen. Allereerst is de syntax van de nummers 1 tot 999999 (Engels) geconverteerd naar een RMM-structuur. Het Recursive Viterbi algoritme bleek sequenties, waarin de parameters verstoord waren door Gaussisch verdeelde ruis, zeer nauwkeurig te kunnen herkennen, gebruik makend van de beschikbare syntax-informatie. De rekentijden benodigd voor deze herkenning waren kort (10 sec. ... 3 min.), afhankelijk van de vereiste nauwkeurigheid. Ook de training is getest, en bleek naar verwachting zeer goed te werken.

Een andere abstracte taal, de Speech Controlled Robot-taal (SCR) is omgezet naar een RMM. De gedane tests laten zien dat deze taal zeer geschikt is om gebruikt te worden in een spraakherkenningssysteem volgens het RMM-principe.

* * *

OPTICAL COHERENT PHASE DIVERSITY SYSTEMS

W.H.C. de Krom

12 mei 1992

Promotor: Prof.ir. G.D. Khoe

Dit proefschrift behandelt de invloed en specificatie van verschillende systeemparameters, -toleranties en -componenten, die van belang zijn voor de realisatie van optisch coherente "phase diversity"-ASK- en DPSK-ontvangers. Om een beter inzicht te krijgen in deze systeemaspecten en de invloed ervan op de kwaliteit van de ontvangers zijn er diverse theorieën, mathematische hulpmiddelen en modellen ontwikkeld. Voor zover noodzakelijk zijn reeds bestaande theorieën aangepast of verder uitgewerkt. Gestreefd is naar een model dat de experimentele systemen zo goed mogelijk benadert. De ontwikkelde modellen en de bijbehorende computerprogrammatuur zijn gebruikt om de invloed van diverse systeemdegradaties zoals faseruis, intensiteitsruis en niet ideale systeemconfiguraties te kunnen analyseren.

De invloed van faseruis in een {3x3} "phase and polarization diversity" DPSK-ontvanger is bestudeerd. Exacte analytische uitdrukkingen zijn verkregen voor de foutenkans als een functie van de signaal-ruis-verhouding en de Full-Width-Half-Maximum (FWHM) laserlijnbreedten. Speciale aandacht is geschonken aan de combinatie van het "polarization diversity"- en het "phase diversity"-concept en de invloed van polarisatieoverkoppeling in de polarisatiesplitsers. Aangetoond is dat de invloed van deze polarisatieoverkoppeling op de kwaliteit van de "polarization diversity"-ontvanger doorgaans kan worden verwaarloosd. De voor de {3x3} "phase and polarization diversity"-ontvanger verkregen resultaten zijn vergeleken met resultaten uit de literatuur voor optisch coherente "phase (and polarization) diversity" ASK- en CPFSK-ontvangers.

Voor een {2x2} en {3x3} "phase diversity" ASK-ontvanger zijn de ontwikkelde mathematische modellen en computerprogrammatuur ook toegepast ter bepaling van de systeemdegradatie als gevolg van intensiteitsruis, veroorzaakt door de lokale oscillator-laser (LO). De voor de foutenkans verkregen analytische oplossing is exact. De resultaten tonen aan dat er een optimale waarde voor het lokaal oscillatorvermogen, P_L, bestaat, waarvoor de systeemdegradatie minimaal is. Deze optimale waarde voor P_L hangt af van het drempelniveau en de LO-intensiteitsruis. Voor waarden van P_L groter dan deze optimale waarde is de kwaliteit van de {3x3} "phase diversity" ASK-ontvanger beter dan van de {2x2} ontvanger. Dit in tegenstelling tot waarden van P_L kleiner dan dit optimum, waarvoor de {2x2} ontvanger beter presteert. Aangetoond is dat intensiteitsruis in een {2x2} "phase diversity"-ontvanger leidt tot een periodiek verloop van de foutenkans met een frequentie gelijk aan tweemaal de midden-frequentie (MF). Daarentegen is de foutenkans van de {3x3} "phase diversity"-ontvanger onder gelijke voorwaarden constant. Vergelijking van de resultaten met literatuur tonen aan dat de {3x3} "phase diversity" DPSK-ontvanger, in een vergelijkbare situatie, minder gevoelig is voor LO-intensiteitsruis dan de {2x2} "phase diversity" ASK-ontvanger.

De invloed van MF versterkingsonbalans en een afwijking in de faserelaties aan de uitgang van de optische hybride is bestudeerd voor de {2x2} en {3x3} "phase diversity" ASK-ontvanger. Een analytische uitdrukking is afgeleid voor de foutenkans en tolerantiewaarden voor de faseafwijking en versterkingsonbalans zijn gegeven voor een systeemdegradatie van 0.5 dB. Voor beide ontvangers geldt dat de foutenkans in sterke mate afhangt van de keuze van de drempelwaarde en bovendien een periodiek verloop heeft met een frequentie gelijk aan tweemaal de middenfrequentie.

Het gebruik van een externe amplitude modulator met niet-ideale (uit/aan verhouding) Extinction Ratio (ER) in optisch coherente ASK-systemen leidt tot een systeemdegradatie. Voor de foutenkans van een {2x2} en {3x3} "phase diversity" ASK-ontvanger zijn exacte uitdrukkingen verkregen. Aan de hand van deze uitdrukkingen is de systeemdegradatie berekend voor diverse waarden van de ER. Gezien het feit dat de systeemdegradatie afhankelijk is van de keuze van het drempelniveau, moet dit in relatie met de ER gekozen worden. Aangetoond is dat de geïntroduceerde

systeemdegradatie voor de {3x3} "phase diversity" ASK-ontvanger geringer is dan voor de {2x2} "phase diversity" ASK-ontvanger. Voor ASK-modulatie van de optische draaggolf is de FWHM-bandbreedte van het MF-vermogensspectrum maximaal voor een ER gelijk aan nul. Voor waarden groter dan nul (en < 1) wordt de modulatie-index kleiner, hetgeen resulteert in een kleinere waarde voor de FWHM-bandbreedte.

* * *

AN OBJECT-ORIENTED MODELLING TECHNIQUE FOR ANALYSIS AND DESIGN OF COMPLEX (REAL-TIME) SYSTEMS

A.C. Verschueren

19 mei 1992

Promotoren: Prof.ir. M.P.J. Stevens en Prof.dr.ir. C.J. Koomen

De toenemende complexiteit van de data verwerkende systemen gebruikt door de samenleving maakt het zeer moeilijk om deze tegen acceptabele kosten te ontwerpen binnen de gegeven tijd.

De Object-Georiënteerde werkwijze wordt in toenemende mate geaccepteerd binnen de "software" wereld. Hierbij wordt data verwerkt door een verzameling "objecten" die met elkaar communiceren door het uitwisselen van berichten. Ieder van die objecten bootst het gedrag na van een element uit een (abstracte) realiteit. Zo'n systeem kan zeer snel ontworpen worden door het hergebruiken en veranderen van reeds bestaand gedrag.

Dit proefschrift beschrijft hoe de Object-Georiënteerde ontwerp methoden gebruikt kunnen worden voor systemen die een mengeling van "hardware" en "software" bevatten. Een verbeterd object model wordt geïntroduceerd dat een hoge graad van parallellisme toelaat. Dit model kan op een computer worden gesimuleerd in een interactieve ontwerpomgeving. Tijdsvertragingen kunnen worden gespecificeerd en gesimuleerd om systeem prestaties te kunnen controleren. Het totale systeem ontwerp pad is opgesplitst in drie fasen:

1. *Hoog-niveau systeemgedrag analyse.* Een uitgebreide Object-Georiënteerde analyse methode wordt gebruikt om een operationeel systeem te definiëren in termen van "Probleem Domein Entiteiten". Dit is een architectuur-onafhankelijke beschrijving van het te ontwerpen systeem die gebruikt wordt om de systeem specificaties vast te leggen en te completeren.
2. *Hoog-niveau systeemarchitectuur synthese.* Een systeemarchitectuur wordt gesynthetiseerd door Probleem Domein Entiteiten geleidelijk te transformeren in "Abstracte Dataverwerkings Entiteiten". Voor deze entiteiten en de verbindende communicatie kanalen worden implementatie keuzes gemaakt.
3. *Laag-niveau module architectuur synthese en implementatie.* De Abstracte Dataverwerkings Entiteiten worden geïmplementeerd in een mengeling van hardware en software. Het pad naar Applicatie Specifieke Geïntegreerde Circuits wordt gevormd door verscheidene laag-niveau ontwerp hulpmiddelen die in de ontwerp omgeving aanwezig zijn.

Dit proefschrift geeft de gemeenschappelijke karakteristieken voor de bij dit ontwerppad gebruikte ontwerphulpmiddelen. Deze zijn sterk interactief en combineren ontwerpen en simuleren. Simulatie wordt niet onderbroken als de ontwerper de systeem structuur of entiteit gedrag verandert. Het korter maken van de ontwerpen-simuleren-foutzoeken cyclus geeft de ontwerper een directe terugkoppeling over de genomen ontwerpacties.

Verschillende van deze tools zijn geïmplementeerd. Hiermee zijn enige ASIC's ontworpen (waaronder enkele processoren en het schakelnetwerk van een telefooncentrale voor 40.000 abonnees).

* * *

ADAPTIVE FILTERING METHODS

P.C.W. Sommen

16 juni 1992

Promotoren: Prof.dr.ir. W.M.G. van Bokhoven en Prof.dr.ing. H.J. Butterweck

In vergelijking met vaste filters hebben adaptieve filters extra (rekenkundige) complexiteit nodig om de coëfficiënten aan te passen volgens een specifiek regelalgoritme. Met zo'n algoritme is het mogelijk om goede resultaten te verkrijgen in een omgeving waar een aantal signaaleigenschappen niet volledig bekend zijn. De convergentieeigenschappen van zo'n adaptief filter worden onder andere gekenmerkt door de snelheid en nauwkeurigheid van het adaptatieproces. In veel praktische situaties is enige a priori informatie beschikbaar van de omgeving en/of de van belang zijnde signaaleigenschappen. Dit proefschrift behandelt enkele *methoden om de beschikbare a priori informatie te gebruiken om hiermee de (rekenkundige) complexiteit te verminderen met behoud van de convergentieeigenschappen.*

De akoestische echo compensator, een typische toepassing van een adaptief filter, was een van de onderwerpen waaraan, in de periode 1984-1989, onderzoek werd gedaan bij de Radio en Data Transmissie groep op het Natuurkundig Laboratorium van Philips. In deze toepassing wordt een spraaksignaal via een akoestisch echopad, van 100-200 msec., als een ongewenst signaal in een microfoon gereflecteerd. Het adaptief filter moet nu een schatting maken van dit ongewenste echosignaal. De belangrijkste problemen van deze toepassing zijn, buiten de lengte van het akoestisch echopad (1000-2000 coëfficiënten), de niet stationariteiten van het spraaksignaal en het tijdvariante karakter van het echopad. Hoewel geen specifiek onderzoeksgebied van dit proefschrift, heeft de akoestische echo compensator toch gediend als motivatie voor de meeste gedeelten uit dit proefschrift. Het meeste materiaal is gepubliceerd in [49]-[60] en [14].

In Hoofdstuk 1 wordt een algemene inleiding gegeven van adaptieve filters en gebruikte symbolen en notaties worden uitgelegd.

Omdat blok processing technieken een centrale rol vervullen in dit proefschrift, wordt in Hoofdstuk 2 een afleiding en een analyse gegeven van het "Block Normalized Least Mean Squares" (BNLMS) algoritme. Dit BNLMS algoritme maakt een keer per L monsters een aanpassing van alle N adaptieve coëfficiënten. Hierin is L de procesvertraging. In de literatuur wordt vaak beweerd dat dit algoritme, dat met weinig rekenkundige complexiteit gerealiseerd kan worden, slechte convergentieeigenschappen heeft als een gekleurd signaal wordt toegevoegd aan de ingang van het adaptief filter. Uit de analyse en experimentele resultaten van dit proefschrift volgt dat zowel de statistische eigenschappen van het ingangssignaal als de initialisatie van de adaptieve coëfficiënten de convergentieeigenschappen beïnvloeden. Dit heeft tot gevolg dat bij een gekleurd ingangssignaal de convergentieeigenschappen zowel beter als slechter kunnen worden. Enige a priori kennis van de ingangssignaal eigenschappen kan gebruikt worden om het algoritme zo goed mogelijk te initialiseren.

In Hoofdstuk 3 wordt aangetoond dat het BNLMS algoritme voor grote filters (de akoestische echo compensator heeft een adaptief transversaal filter nodig van 1000-2000 coëfficiënten) heel efficiënt kan worden uitgevoerd in het frequentie domein. Voor de transformatie tussen het tijd- en frequentie domein wordt hierbij gebruik gemaakt van de "Fast Fourier Transformatie" (FFT) met een lengte van $B=N+L-1$. Dit is een van de eerste redenen om de akoestische echo compensator in het frequentie domein uit te voeren. In de literatuur zijn, voor vaste filters, twee methoden bekend om deze efficiënte implementatie uit te voeren. Dit zijn de zogenaamde "over-

lap-save" en de "overlap-add" methode. Een bewering in de literatuur is dat bij adaptieve filters de "overlap-save" procedure met minder FFTs gerealiseerd kan worden dan de "overlap-add" methode. In dit hoofdstuk wordt aangetoond dat dit onjuist is en dat beide methoden bij adaptieve filters met ongeveer dezelfde hoeveelheid rekenkundige complexiteit gerealiseerd kunnen worden.

Statistische eigenschappen van een spraaksignaal zijn tijdsafhankelijk. Als in zo'n situatie het BNLMS algoritme voor de aanpassing van de adaptieve coëfficiënten wordt toegepast, dan kunnen de convergentieeigenschappen sterk fluctueren. Voor zo'n geval, en voor vele andere praktische toepassingen, is het wenselijk om het update algoritme zodanig aan te passen dat de convergentieeigenschappen van het adaptief filter onafhankelijk worden van de statistische eigenschappen van het ingangssignaal. Uit de literatuur is bekend dat het relatief eenvoudig is om in het frequentie domein deze decorrelatie uit te voeren. Dit is de tweede motivatie om de akoestische echo compensator in het frequentie domein te realiseren. In Hoofdstuk 4 wordt aangetoond dat decorrelatie kan worden uitgevoerd in het frequentie domein door iedere afzonderlijke frequentie component spectraal te normeren. Met deze methode wordt een benadering gemaakt van de gewenste tijd domein decorrelatie. Eerst wordt in dit hoofdstuk aangetoond onder welke voorwaarden deze benadering acceptabel is. Toepassing van deze spectrale normalisatie bij het efficiënt uitgevoerde BNLMS algoritme in het frequentie domein, leidt tot het "Block Frequency Domain Adaptive Filter" (BFDAF). Globaal zijn er twee varianten van het BFDAF algoritme bekend. De eerste, die vijf FFTs nodig heeft voor de realisatie, is geïntroduceerd als de "constrained" BFDAF. Bij deze methode wordt de aanpassing van de adaptieve coëfficiënten door een venster zodanig geconditioneerd, dat voldaan wordt aan de voorwaarde, die nodig is voor de "overlap-save" procedure. De tweede methode is de "unconstrained" BFDAF, omdat hierbij het venster niet nodig is. Deze methode kan worden gerealiseerd met slechts drie FFTs. In het hoofdstuk wordt een analyse gegeven van een gegeneraliseerde structuur van de BFDAF, die voor beide methoden kan worden gebruikt. Uit deze analyse volgt dat in het algemeen de "constrained" methode (5 FFTs) betere convergentieeigenschappen heeft dan de "unconstrained" methode (3 FFTs). Verder is het bekend dat vele praktische systemen, zoals de akoestische echo compensator, een globaal afnemende impuls responsie hebben. Als deze a priori informatie beschikbaar is, dan kan gebruik gemaakt worden van een efficiënte implementatie van de BFDAF die gerealiseerd kan worden met drie FFTs, terwijl de convergentieeigenschappen vergelijkbaar zijn met de BFDAF van vijf FFTs.

Een van de grootste nadelen van signaalbewerking op basis van blokken is de procesvertraging van L monsters (meestal is L in de orde grootte van de filter lengte N). Verder is bij de uitvoering van de decorrelatie in het frequentie domein door spectrale normalisatie, de resolutie van het spectrum gelijk aan het aantal frequentie componenten B. Echter, de statistische eigenschappen van het ingangssignaal, en dus het benodigd aantal frequentie domein delingen, heeft geen enkele relatie met de lengte B. Door nu het originele BFDAF in K kleinere stukken te partitioneren, met $1 \leq K \leq N$, en deze verkregen structuur op een efficiënte manier te implementeren, wordt het "Partitioned Block Frequency Domain Adaptive Filter" (PBFDAF) verkregen, die wordt besproken in Hoofdstuk 5. Deze structuur heeft, in vergelijking met het BFDAF, een gereduceerde procesvertraging. Verder kan eventueel aanwezige a priori informatie van het spectrum van het ingangssignaal gebruikt worden om de rekenkundige complexiteit te reduceren. Dit omdat de decorrelatie bij de PBFDAF methode wordt uitgevoerd met minder dan B delingen.

In Hoofdstuk 6 wordt het adaptief filter probleem beschreven op een geometrische manier. Een generalisatie van dit concept leidt tot de "Block Orthogonal Projection" (BOP) methode. Met deze methode is het mogelijk om het ingangssignaal van een adaptief filter te decorreleren met een L x L inverse autocorrelatie matrix, met $L \geq 1$. Dit in tegenstelling tot de "Recursive Least Squares" (RLS) methode, die hiervoor een N x N (inverse) autocorrelatie matrix nodig heeft. Als nu enige a priori informatie bekend is van het ingangssigaal, is het mogelijk om met de BOP benadering de dimensie L beter aan te passen op de benodigde dimensie om het ingangssignaal te decorreleren. Omdat verder zowel de BOP als de PBFDAF methode met een gereduceerd aantal vrijheidsgraden het ingangssignaal van het adaptief filter kunnen decorreleren, wordt hun onderlinge relatie ook in Hoofdstuk 6 besproken. Verder is het bekend uit de literatuur dat een spraaksignaal gemodelleerd kan worden met een auto regressief (ar) proces. Een "Efficient Orthogonal Projection" (EOP) algoritme wordt geïntroduceerd om ar-signalen op eenvoudige wijze te decorreleren.

* * *

A SYSTEM FOR MEASUREMENT AND CONTROL OF WELD POOL GEOMETRY IN AUTOMATIC ARC WELDING

H.C.F.M. Wezenbeek

22 juni 1992

Promotoren: Prof.ir. F.J. Kylstra en Prof.dr. G. den Ouden

Bij het automatisch booglassen kunnen sensoren ingezet worden om de laskwaliteit te beheersen. Verschillende typen sensoren komen hiervoor in aanmerking. Bestaande en in ontwikkeling zijnde sensoren zijn gebaseerd op uiteenlopende verschijnselen, en hebben verschillende mogelijkheden.

Voor het MIG/MAG lassen (het veel toegepaste booglasproces met een afsmeltende elektrode in de vorm van een draad) is een systeem ontwikkeld dat het lasbad waarneemt met een CCD-camera die de straling uitgezonden door het lasbad opvangt. Tijdens het waarnemen hoeft de boog niet te worden verzwakt of kortstondig te worden onderbroken. De hoge intensiteit van de boogstraling, die lasbadwaarneming bemoeilijkt, wordt voldoende onderdrukt door toepassi[illegible] een optisch filter.

Bij het lassen van proefstu[illegible]n zijn met het systeem beelden verkregen waarin de contour van het lasbad herkenbaar is. Lasbadwaarneming is haalbaar gebleken bij het lassen van laaggelegeerd staal in het kortsluitboog gebied, het globulaire gebied en in het sproeiboog gebied.

Een beeldverwerkings-computer analyseert de opgenomen beelden. Programmatuur is ontwikkeld waarmee de geometrie van het lasbad geanalyseerd wordt. Bestaande systemen voor lasbadmeting zijn alle gebaseerd op drempeling (thresholding) van het beeld. Gebleken is dat drempelen van de verkregen beelden niet een voldoende nauwkeurige benadering van de ware contour van het lasbad oplevert. De beeldverwerking in dit onderzoek is daarom gebaseerd op randherkenning (edge detection).

Het lasbad-meet-systeem is bedoeld voor beheersing van de laskwaliteit door aanpassing van de toortspositie (gewoonlijk met naadvolgen aangeduid) en aanpassing van de lasparameters. Het systeem is getest met een beperkt aantal experimenten. Hierbij is niet gekeken naar positioneerfouten, omdat voor het naadvolgen reeds verschillende sensorsystemen op de markt zijn (veelal minder complex dan het lasbad-meet-systeem). De resultaten van de experimenten bieden uitzicht op toepassing van het systeem bij automatisch lassen.

* * *

THE DESIGN OF CHIP ARCHITECTURES FOR ACCURATE INNER PRODUCT COMPUTATION

R.J.W.T. Tangelder
24 juni 1992
Promotoren: Prof.dr.ing. J.A.G. Jess en Prof.dr. U.W. Kulisch

In dit proefschrift wordt een verzameling van architecturen geïntroduceerd, die een floating point inproduct exact kunnen berekenen, waarbij deze floating point getallen uit een eindige verzameling komen. Een inproduct is de som van producten en om een exact inproduct te kunnen berekenen is het noodzakelijk om geen afrondfouten te maken bij de berekening van zowel de producten als de tussentijdse sommen. Aangezien de floating point getallen uit een eindige verzameling komen, zijn ook de producten elementen van een eindige verzameling. Deze producten kunnen tot een tussentijdse som worden opgeteld en opgeslagen in een accumulator, die weliswaar groot maar toch eindig is, zonder dat er een verlies in precisie optreedt.

De producten kunnen op diverse manieren worden opgeteld, variërend van een volledig parallelle optelling door één grote parallelle opteller tot een volledig seriële optelling door slechts één seriële opteller. Bij een parallelle opteller hoort ook een parallelle, en dus grote, vermenigvuldiger terwijl voor een seriële opteller een seriële, en dus kleinere, vermenigvuldiger voldoende is. De parallelle oplossing kan dan dus wel sneller zijn, deze is echter ook aanzienlijk groter dan de seriële, en mogelijkerwijs niet realiseerbaar op de beperkte beschikbare chipoppervlakte.

Als een eerste alternatief is gekozen om de tussentijdse som in een circulaire accumulator bit voor bit rond te schuiven met daaromheen meerdere seriële optellers op gelijke afstanden verdeeld, die de producten in parallel optellen.

Een verdeler dient dan te bepalen welke opteller wanneer welk product serieel moet optellen en tevens de dan geselecteerde optellers zowel het product als informatie te sturen hoelang de opteller moet wachten om op het juiste moment de optelling te starten. Belangrijke gegevens voor de verdeler zijn de tijd die het kost om deze data te verzenden, de tijd die het kost om het product op te tellen maar ook de tijd die een specifieke opteller moet wachten. Immers gedurende al deze tijd is een geselecteerde opteller bezet. De eerste twee van deze tijdsintervallen zijn altijd constant terwijl de laatste variabel is.

De optellers dienen voor deze oplossing uitgebreid te worden met registers voor de producten en met aftellers voor de bepaling van het moment van de start van de optelling. In wezen zijn deze complexe optellers na de ontvangst van de data volledig autonoom in de afhandeling van de optelling.

Van deze architectuur is een model geïmplementeerd en een deelverzameling van de ontwerpruimte is onderzocht door middel van een aantal simulaties en analyses. Op grond van deze resultaten is een herziening van deze variant gemaakt. In de oude architectuur werd een geheel product door een enkele complexe opteller afgehandeld. Een nieuwe oplossing is echter om een fijnkorreliger parallellisme te introduceren door het product in meerdere bitstromen te verdelen en door meerdere seriële optellers in parallel op te laten tellen. Als er nu voldoende optellers zijn kunnen de bitstromen direct naar de juiste optellers worden gestuurd en ook direct worden opgeteld, met als gevolg dat zowel de registers als de aftellers overbodig zijn. Als een product in een groter aantal bitstromen verdeeld wordt kan er ook een grotere doorvoersnelheid behaald worden, maar moet ook een bijpassend snellere vermenigvuldiger gebruikt worden. Het blijkt dat deze nieuwe oplossing voor een gelijke prestatie veel kleiner in oppervlakte is dan de vorige.

In de nieuwe oplossing worden diverse combinatorische modules gebruikt. Zo'n module kan door een verzameling van afhankelijke booleaanse functies gedefinieerd worden. In dit proefschrift wordt een celgenerator beschreven, die de functies uit deze verzameling transformeert in lay-outs, volgens de design rules van een bepaalde technologie.

Er wordt een drietal opeenvolgende bibliotheken bijgehouden, die een steeds gedetailleerdere formaat van de lay-out bevatten. Eerst wordt bepaald of de bijbehorende formaten van de functies al of niet reeds in de bibliotheken voorkomen, en dus ook al of niet nog gegenereerd moeten worden. Omdat voor de transformatie van een functie naar de eerste formaat en van de eerste formaat naar de tweede formaat worden de design rules van nog niet gebruikt, kunnen beide bibliotheken voor andere design rules gewoon hergebruikt worden. Aangezien nu net het uitrekenen van de inhoud van de eerste twee bibliotheken het meest rekenintensief is, zorgt deze aanpak voor een aanzienlijke efficiëntievergroting.

Universiteit TWENTE

ANALOG CMOS FILTERS FOR VERY-HIGH FREQUENCIES

Door B. Nauta

26 september 1991

Promotoren: Prof.dr. H.Wallinga en Prof.dr.ir. J.Davidse

Dit proefschrift beschrijft basisprincipes en implementaties van analoge CMOS schakelingen, die geschikt zijn voor het realiseren van geïntegreerde filters voor zeer hoge frequenties.

Het basis idee is, om zowel op filterniveau als op transistorniveau niet meer dan het absoluut minimum aantal (signaal voerende) knooppunten toe te laten.

Op elk knooppunt in het filter is altijd een parasitaire capaciteit aanwezig. Echter, de aanwezigheid van deze parasitaire capaciteiten verstoort de werking van het filter niet, omdat deze capaciteiten:

- of een gewenste functie in het filter hebben (bijvoorbeeld het maken van een filter-tijdconstante),
- of op een knooppunt aanwezig zijn waar slechts een gelijkspanning staat.

Het gevolg van het toepassen van deze techniek is dat de bandbreedte beperkingen, die in conventionele schakelingen aanwezig zijn, komen te vervallen. De bandbreedte van de schakelingen in dit proefschrift wordt slechts beperkt door de fysieke looptijden die in de transistoren aanwezig zijn (het effect van deze looptijden kan overigens ook nog in eerste orde gecompenseerd worden door serie-weerstanden van de capaciteiten).

Het proefschrift beschrijft een aantal filtersynthese methoden, die resulteren in filter topologieën met een minimum aantal knooppunten, zodat ze geschikt zijn voor zeer hoge frequenties.

Vervolgens wordt een analyse van niet-idealiteiten gegeven, waaruit de specificaties voor de filterbouwstenen, de transconductors, kunnen worden afgeleid.

Er wordt een transconductor gepresenteerd die een goede lineariteit heeft en een zéér grote bandbreedte (≈10 GHz) dankzij de afwezigheid van interne knooppunten. De parasitaire uitgangsweerstand van de transconductor wordt gecompenseerd, zodat een bruikbaar bouwblok voor zeer hoogfrequente filters ontstaat.

Ook is een nieuw principe gegeven om de kwaliteitsfactoren van een filter automatisch af te regelen. De regeling bevat geen signaalvoerende knooppunten en heeft dan ook geen beperkende invloed op de filterfrequenties.

Tevens worden twee andere schakelingen gepresenteerd om een laag-ohmige, regelbare voedingsspanning op chip te realiseren.Om ook op zeer hoge frequenties het laag-ohmige karakter te behouden, is een compensatietechniek toegepast; de benodigde voedingsstroom wordt zeer snel gegenereerd door een stroombron. Op deze manier blijft de voedingsspanning constant bij snel variërende voedingsstromen.

Een viertal derde-orde elliptische laagdoorlaatfilters is gerealiseerd in 3μm CMOS technologie. De kantelfrequenties variëren van 500 kHz tot 100 MHz. De nauwkeurigheid van de filters is zeer goed.

Ook is een middenfrequentfilter voor TV-toestellen gerealiseerd. Dit filter heeft een banddoorlaat karakteristiek met een centrum frequentie van 36 MHz en een kwaliteitsfactor van 7. Verder onderzoek is nodig om het dynamisch bereik van dit filter te vergroten.

Met de technieken die in dit proefschrift zijn gepresenteerd, is het mogelijk geïntegreerde filters te realiseren met veel hogere kantelfrequenties (100 MHz) dan tot nu toe mogelijk was (enkele megaherzen).

* * *

MODELING AND SIMULATION OF SEMICONDUCTOR DEVICES IN TRENDY

"Electrical, thermal and hydrodynamic behavior"

Door P.B.M. Wolbert

17 oktober 1991

Promotor: Prof.dr. H. Wallinga

De snel voortschrijdende verkleining van de minimum afmetingen van halfgeleider devices en de meerdimensionale structuur ervan vraagt om het gebruik van geavanceerde numerieke simulatiemethodes. Voor de ontwerper van dergelijke devices schiet het gebruik van analytische beschrijvingen in veel gevallen tekort. Bestaande numerieke simulatieprogrammatuur kan in een dergelijk geval uitkomst bieden. De toepassing van deze programma's is echter vaak beperkt tot de simulatie van een specifiek device zoals bijvoorbeeld een MOSFET. Met name in een onderzoeksomgeving is dit volstrekt onvoldoende aangezien bijvoorbeeld device structuren, werkingsprincipes, toegepaste materialen en de gevraagde simulatiesoort (roostertemperatuur wel/niet berekenen, energieën van ladingsdragers wel/niet berekenen etc.) vaak aan verandering onderhevig zijn. De vraag naar flexibiliteit m.b.t. genoemde zaken kan alleen worden vervuld door een zeer algemeen opgezet simulatiepakket.

Dit proefschrift beschrijft zowel de achterliggende fysica als ook de implementatie van de resulterende vergelijkingen in het process/device simulatieprogramma TRENDY. Een solide fysische aanpak vormt de basis voor de beschrijving van [illegible] umerieke deel van de impementatie in het programma TRENDY. Het co[illegible]pt van een geïntegreerde aanpak rond een gemeenschappelijke data structuur heeft zijn waarde in de praktijk bewezen. De keuze van een flexibele 'oplosser' voor partiële flux-conservatieve differentiaalvergelijkingen (PDE's) waarbinnen fysische modellen, numerieke methoden en oplossingsstrategieën gemakkelijk kunnen worden uitgewisseld is uiterst krachtig gebleken. Met name het feit dat de fysica van zowel elektrisch, thermisch als ook hydrodynamisch gedrag in een vergelijkbare PDE vorm kan worden geschreven maakt dit mogelijk.

Een groot deel van het werk omvat een adequate twee-dimensionale modellering en simulatie van relatief complexe verschijnselen die in moderne devices voorkomen. De vraag naar de mogelijkheid tot simulatie van dergelijke verschijnselen ontstond vooral door toedoen van device ontwerpers binnen de vakgroep IC-technologie en -electronica van het MESA instituut aan de Universiteit Twente. De aandacht van het werk dat in dit proefschrift beschreven wordt gaat dan ook minder uit naar de verbetering (lees: versnelling) van numerieke oplosmethoden maar meer naar een scala van simulatiemogelijkheden dat de device ontwerper geboden wordt. Derhalve is er gekozen voor vrij conventionele en betrouwbare methoden. Er zijn echter een paar numerieke methodieken die enigszins afwijken van wat gangbaar is. Dit zijn onder andere het gemodificeerde 'down subsetsolving' algorithme en de generalisatie van de tijddiscretisatie methode van Gear.

In TRENDY is stroom als randvoorwaarde geimplementeerd door middel van een nieuwe aanpak waarbij de pentadiagonale structuur van de Jacobiaan die gebruikt wordt bij het oplossen van het niet-lineaire stelsel bewaard blijft. Dit heeft als voordeel dat de gebruikte procedure voor het oplossen van het lineaire stelsel relatief eenvoudig blijft. Een bijkomend voordeel is dat enkele fundamentele problemen m.b.t. de warmtegeneratie t.g.v. recombinatie van ladingsdragers aan een silicium-ohms contact worden vermeden.

Er is aangetoond dat de fysica van niet-isoterm device gedrag zowel 'klassiek' kan worden afgeleid uit de Bolzmann transport vergelijking als ook uit de principes van de irreversibele thermodynamica. Een aantal nieuwe oplos- en discretisatiemethoden voor de resulterende vergelijkingen is gepresenteerd. Verder is de toepasbaarheid van thermodynamische simulaties op SOI, ESD en VIA problemen geïllustreerd.

Twee methoden zijn veelbelovend op het gebied van de simulatie van sterke niet-evenwichtssituaties in halfgeleiders waar de gemiddelde energie van ladingsdragers extreme waarden krijgt: Monte-Carlo device simulaties en hydrodynamische device simulaties. Deze laatste aanpak past het best in de opzet van het TRENDY programma. Het hydrodynamische model werd gegeneraliseerd om zowel parabolische als niet parabolische bandstructuren te kunnen doorrekenen. Er is aangetoond dat hydrodynamische device simulaties een interessant alternatief vormen voor de Monte-Carlo aanpak. Een nauwkeurige voorspelling van de energie van ladingsdragers is in korte tijd mogelijk waardoor het toekomstige onderzoek aan EPROMs en andere structuren met 'hete' ladingsdragers ondersteund wordt.

* * *

SELECTIVITY AND DESIGN OF NEURO-ELECTRONIC INTERFACES

Door J.H. Meier

17 januari 1992

Promotoren: Prof.dr. H.B.K. Boom en Prof.dr.ir. P. Bergveld

Zenuwactiviteit kan worden gemeten door electroden te plaatsen in de directe nabijheid van de actieve zenuwen en kan ook worden opgewekt met behulp van stroompulsen door diezelfde electroden. Op deze wijze wordt informatie onttrokken en overgedragen aan de zenuwbundel. De electroden zijn derhalve te beschouwen als interfaces tussen electronica en het zenuwstelsel.

De gangbare electroden, geplaatst op de huid of op de buitenkant van de zenuw(en), gaan relatief grof te werk. Men is niet in staat om selectief de activiteit van afzonderlijke zenuwvezels te meten of op te wekken. Een dergelijke mate van selectiviteit kan alleen worden verkregen met behulp van een (multi)electrode geplaatst in de zenuwbundel zelf. De ontwikkeling van een dergelijke electrode laat zich ruwweg verdelen in vijf afzonderlijke onderdelen.

Een zenuwstimulatie model

In hoofdstuk 2 van dit proefschrift is een model beschreven voor de :timulatie van gemyeliniseerde zenuwvezels met behulp van intraneurale lectroden configuraties. Het model bestaat uit twee delen. In het eerste deel rdt het potentiaal veld berekend in de zenuwbundel tijdens stimulatie en et tweede deel wordt bepaald welke zenuwvezels door dit veld worden tiveerd.

Met behulp van het model zijn de eigenschappen vergeleken van monopolaire stimulatie en van stimulatie met een lineaire tripole, dwars op de zenuwbundel. De uitkomst is dat de tripolaire stimulatie gepaard gaat met een hogere spatiële selectiviteit en een meer natuurlijke recruiteringsvolgorde, dan monopolaire stimulatie.

Experimenten m.b.t. intraneurale zenuwstimulatie

Hoofdstuk 3 beschrijft het in vivo testen van monopolaire en tripolaire intraneurale zenuwstimulatie. Experimenteel is aangetoond dat m.b.v. multipolaire technieken zeer locale stimulatie verkregen kan worden, over een relatief groot stroombereik. De uitkomsten zijn kwalitatief goed te verklaren met het stimulatiemodel maar vertonen een grote spreiding, hetgeen een gevolg is van het statistische karakter van de ligging van de knopen van Ranvier t.o.v. de electroden.

Een model voor de registratie van zenuwactiviteit

Een model voor de extracellulaire actiepotentiaal van een gemyeliniseerde zenuwvezel is beschreven in hoofdstuk 4. Met behulp van dit model wordt aangetoond dat het zenuwvezel signaal dat intrafasciculair gemeten kan worden, afhangt van de ligging van de knopen van Ranvier t.o.v. de meetelectrode(n) en dat op deze wijze selectieve registratie van zenuwactiviteit mogelijk is.

De mate van selectiviteit die verkregen kan worden hangt evenwel af van de geleidbaarheid van het medium dat de zenuw omringt. Weliswaar worden de sterkste signalen verkregen als de zenuwbundel, ter hoogte van de meetelectroden, electrisch wordt geïsoleerd, maar de selectiviteit is in dat geval minimaal. Bovendien blijkt de vorm van de signalen dan sterk af te hangen van de lengte van de isolatie.

Registratie van zenuwactiviteit

In hoofdstuk 5 is een procedure beschreven waarmee de signalen van afzonderlijke zenuwvezels kunnen worden geëxtraheerd uit het samengestelde zenuwsignaal (CAP). Een zenuw wordt gestimuleerd met een reeks van constante stimuluspulsen en aan de hand van het krachtsignaal van één der corresponderende spieren wordt bepaald of een specifieke zenuwvezel wel of niet bijdraagt aan de gemeten CAP's. Door de CAP's, welke behoren tot twee specifieke krachtniveaus, van elkaar af te trekken houdt men het signaal over van deze ene zenuwvezel.

De procedure is getest m.b.v. extraneurale meetelectroden, en de aldus gemeten signalen zijn in overeenstemming met de model resultaten van hoofdstuk 4.

Ontwerp en fabricage van multi-electroden

Het ontwerp voor een drie-dimensionale intraneurale multi-electrode voor het selectief stimuleren van motorische zenuwvezels staat beschreven in hoofdstuk 6. Het device laat zich omschrijven als een miniatuur "spijkerbed" met spijkers van ongelijke lengten. Op de punt van elke spijker bevindt zich een afzonderlijke electrode.

Tevens zijn een aantal van de micro-mechanische technieken getest, welke nodig zijn om een dergelijk device te produceren.

* * *

MODULE GENERATION FOR SELF-TESTING INTEGRATED SYSTEMS

Door R.P. van Riessen

31 januari 1992

Promotor: Prof.dr. H. Wallinga

Dit proefschrift beschrijft een methode om automatisch (zelf-)testbare geïntegreerde electronische systemen te ontwerpen.

Op grond van de problemen die zijn ontstaan bij het testen van VLSI systemen zijn in de loop der jaren een aantal oplossingen aangedragen. In hoofdstuk 2 van dit proefschrift worden de belangrijkste oplossingen beschreven. Vanwege de complexiteit in huidige VLSI systemen is een opdeling in functionele blokken, de zogenaamde macros, noodzakelijk om testbaarheid te kunnen garanderen. Tevens is het gebruik van een scan pad noodzakelijk om de toegankelijkheid van interne macros te vergroten. De toename in testtijd ten gevolge van deze methode heeft er toe geleid dat zelftest technieken in gebruik zijn gekomen. Zelftest heeft het voordeel boven scantest, dat er veel sneller getest kan worden. Dit resulteert niet alleen in gereduceerde testkosten, maar ook in een meer accurate test. Om te komen tot een reductie in testtijd en testkosten zal een geschikte combinatie van scan pad met macro-specifieke zelftest methoden toegepast moeten worden in toekomstige VLSI systemen.

In hoofdstuk 3 worden een aantal mogelijke zelftest methoden voor VLSI systemen beschreven. Hoewel lineair-teruggekoppelde schuifregisters (LFSR's) veelvuldig gebruikt worden voor patroon generatie en data compressie, zijn macro-specifieke zelftest methoden efficiënter voor met name programmeerbare logische arrays (PLA's), geheugens (RAM's) en array structuren. Vanwege hun specifieke architectuur zijn efficiëntere technieken ontwikkeld voor de zelftest van deze macros.

In hoofdstuk 4 wordt een architectuur gedefinieerd voor het besturen van de test-hardware in een geïntegreerd systeem. Deze hiërarchisch-testbare architectuur is aangepast aan de gestandaardiseerde boundary-scan architectuur voor printed-circuit board tests. Met behulp van de hiërarchisch-testbare architectuur kan een macrotest bestuurd worden vanaf het IC niveau tot en met printed-circuit-board niveau. Tevens maakt deze architectuur een compacte automatisch gegenereerde testspecificatie mogelijk. Deze testspecificatie dient ter besturing van parallelle macro zelftests en macro scantests.

Omdat het selecteren van een geschikte testmethode voor een macro een complex selectieprobleem is, is een Design-For-Testability expert-systeem ontwikkeld. In hoofdstuk 5 wordt dit DFT expert-systeem beschreven. Het omgaan met dit expert-systeem is gebruikersvriendelijk en vereist een minimale kennis omtrent het testbaar ontwerpen van geïntegreerde systemen. Het expert-systeem helpt een systeemontwerper interactief bij het kiezen van een geschikte test methode voor iedere macro in zijn ontwerp.

Zowel de hiërarchisch-testbare architectuur als het DFT expert-systeem worden in hoofdstuk 6 gebruikt bij het ontwerp van een 'self-test compiler'. De self-test compiler is een programma dat gebruikt wordt voor het automatisch genereren van zelftestende geïntegreerde systemen. Het DFT expert-systeem wordt gebruikt om voor iedere macro in een ontwerp de meest geschikte test methode te kiezen. Vervolgens wordt automatisch de hardware geplaatst in het ontwerp om een macro test uit te voeren conform de hiërarchisch-testbare architectuur.

De integratie van deze self-test compiler in het VLSI ontwerp systeem PIRAMID van Philips komt hierbij ook aan de orde.

Het ontwerp van een demonstratie chip op basis van de self-test compiler wordt besproken in hoofdstuk 7. Dit circuit is ontworpen om de mogelijkheden aan te tonen van het voorgestelde proces om automatisch zelftestende geïntegreerde systemen op basis van zelftestende macros te ontwerpen.

* * *

CCD-IMAGERS WITH VERTICAL OVERFLOW DRAIN

Door J.G.C. Bakker

12 maart 1992

Promotoren: Prof.dr. H. Wallinga en Prof.dr. F.M. Klaassen

De beeldopnemer in een electronische camera bestaat tegenwoordig meestal uit een schijfje van het halfgeleider materiaal silicium. In dit materiaal worden door het invallende licht electronen van hun vaste positie vrij gemaakt. Het oppervlak van de halfgeleider is geschikt gemaakt om de vrije electronen te verzamelen en in pakketjes te transporteren. Hiertoe is de halfgeleider, ter diepte van enige duizendsten van millimeters, geimplanteerd met een bepaald type materiaal. Het geimplanteerde materiaal is een stof dat snel vrije electronen uitwisselt met het silicium rooster (n-type: Fosfor of Arseen), of een stof dat snel gebonden electronen uitwisselt met het silicium rooster (p-type: Boor). Bij verschuiving van een electron van een gebonden naar een vrije positie wordt de achterblijvende positieve lading snel gecompenseerd door electronen van uit het Boor, dat op zijn beurt doorgaans via kanalen met een lage electrische weerstand in verbinding staat met een externe spanningsbron.

Voor het transport van de vrije electronen zijn aan het halfgeleider oppervlak electrodes aangebracht, onderling en van de halfgeleider gescheiden door een isolatie laagje van enkele tienduizendsten van millimeters. Door de aan de electroden opgelegde spanning te variëren wordt in het halfgeleider materiaal een electrisch veld opgewekt dat de vrije ladingsdragers transporteert. Deze constructie is in het geschreven Nederlands bekend als een ladingsgekoppelde transportinrichting. In de spreektaal beter bekend als een CCD, een afkorting van het Engelse 'Charge Coupled Device'.

Dit proefschrift beschrijft de constructie van ladingsgekoppelde transportinrichtingen die geschikt zijn voor ladingstransport en beeldopname.

Een centraal thema van het proefschrift is het zoeken naar structuren die optimaal geschikt zijn voor gebruik als beeldopnemer. Hiertoe wordt allereerst de vraag beantwoord op welke diepte de vrije electronen het best kunnen worden getransporteerd.

Het blijkt dat voor een eenvoudige electrode structuur de optimale transportdiepte direct te berekenen valt. Dicht onder het oppervlak blijkt de transporttijd omgekeerd evenredig af te nemen met de diepte. Ver weg van het oppervlak neemt de transporttijd van de electronen exponentieel toe met de diepte.

Afhankelijk van het gekozen optimalisatie criterium (transporttijd of maximaal minimaal electrisch veld (zgn. max-min criterium)) dient een bepaalde verhouding tussen electrode breedte en transportdiepte te worden gekozen.

Naast de ladingstransport eigenschappen is de lichtgevoeligheid van de ladingstransport inrichting voor beeldopnemers van belang. Hierbij treden twee eigenschappen naar voren. Ten eerste dient de lichtgevoeligheid van de beeldopnemer enigszins vergelijkbaar te zijn met die van het menselijk oog. Ten tweede dient bij aanwezigheid van een zeer felle lichtspot, zoals bijvoorbeeld de lamp van een auto, geen verstoring in de omgeving van de lichtspot zichtbaar te worden.

Aan het eerste criterium wordt voldaan, indien het oppervlak van de ladingstransport inrichting de doorgang van het licht naar het silicium oppervlak niet te zeer beperkt en de invangstdiepte tenminste een duizend-

ste millimeter bedraagt.

Met betrekking tot het tweede criterium dient het ontwerp van de beeldopnemer zodanig te zijn dat bij overbelichting het overschot aan vrije electronen kan afvloeien naar een vlak van constante potentiaal.

Hiertoe wordt gebruik gemaakt van een konstruktie met een lage potentiaal barrière tussen het ladingstransport kanaal en het dieper gelegen gedeelte van de halfgeleider (het substraat). De eigenschappen waaraan deze konstruktie dient te voldoen worden in het proefschrift beschreven. Er wordt een beschrijving gegeven van de stroom-spannings relatie zoals die geldt voor ladingstransport over een potentiaal barrière en voor een bijzonder geval wordt een nieuwe stroom-spannings relatie afgeleid.

Voor optimalisering van het gewenste doteringsprofiel is een groot aantal vrijheidsgraden beschikbaar. Het proefschrift beschrijft een methode die heeft geleid tot doteringsprofielen met een hoge ladingstransport capaciteit. De applicatie van de gevonden doteringsprofielen heeft het o.a. mogelijk gemaakt dat de door Philips vervaardigde beeldopnemers in een professionele camera de markt hebben bereikt.

Uit de analyse van de twee-dimensionale potentiaalverdeling in het halfgeleider materiaal blijkt, dat bij kleinere afmetingen een geschikte barrière ontstaat door de zijdelingse invloed van de kanaalscheidingsgebieden. Dit inzicht maakt het mogelijk op zeer eenvoudige wijze een geschikt ladingstransport kanaal te vervaardigen, dat bij meer dan duizend maal overbelichting voldoende blijft functioneren. Het proefschrift toont metingen aan een beeldopnemer die van een dergelijke beschermings konstruktie is voorzien.

Tot slot wordt een geheel nieuw type ladingstransport inrichting getoond. De eigenschappen van deze structuur, door ons in de Engelse taal 'Trenched Tacking CCD' genoemd, worden beschreven. Metingen aan een op deze wijze werkend ladingstransport kanaal bewijzen dat het een zinvol idee is. Het 'Trenched Tacking CCD' toont dat het mogelijk is, langs onconventionele weg, beeldopnemers met hoge ladingsopslag capaciteit en hoge lichtgevoeligheid te vervaardigen.

* * *

A STATISTICAL APPROACH TO EDGE AND LINE DETECTION IN DIGITAL IMAGES

Door F. van der Heijden
13 maart 1992
Promotor: Prof.Ir. D. Bosman

Beeldinterpretatie is het proces, waarbij middels een afbeeldingssysteem informatie gewonnen wordt omtrent fysische processen. De gedachte-inhoud achter deze definitie is de volgende. Het fysische proces dat wij voor ogen hebben, bestaat uit een aantal ruimtelijke voorwerpen, die tesamen een "scene" vormen. Een afbeeldingssysteem transformeert deze scene in één of meerdere beelden. De modaliteit daarbij is meestal zichtbaar licht, doch het kan ook anders zijn, bijvoorbeeld röntgen of ultra-geluid. In geval van zichtbaar licht zullen reflectie en absorptie op de materiaaloppervlakken van de voorwerpen de belangrijkste interacties zijn waarop de totstandkoming van beelden geënt is. Het resultaat is een verdeling van licht op het beeldvlak. Beeldinterpretatie houdt in, dat uit deze beelden informatie gewonnen wordt omtrent de voorwerpen. Deze informatie kan zijn: de detectie (dan wel classificatie) van een voorwerp, de geometrische gegevens (positie, grootte, etc.) van een voorwerp; zelfs ook een complete beschrijving van de scene.

Algemeen wordt aangenomen, dat de randen van de voorwerpen (het silhouette van een voorwerp, schaduwranden, abrupte overgangen van materiaaleigenschappen, etc.) belangrijke ingrediënten zijn om een voorwerp en een scene te beschrijven. Deze randen uiten zich veelal in het beeld als abrupte licht-overgangen: de randen en lijnen in het beeld. De posities van al deze licht-overgangen in het beeld vormen belangrijke aanwijzingen voor de beeldinterpretator.

Dit proefschrift is gewijd aan het ontwerp van methoden voor de automatische bepaling van deze posities in het beeld. Er wordt daarbij verondersteld, dat het opgenomen beeld in digitale vorm is gebracht, zodat het geschikt is voor manipulaties door de computer. De uitvoer van het proces is een "kaart" van het beeld, waarop alle gedetecteerde licht-overgangen zijn aangemerkt. Natuurlijk is deze kaart ook weer in digitale vorm beschikbaar, zodat het voor verdere verwerking gebruikt kan worden.

De mens, als beeldwaarnemer, blijkt uitstekend in staat te zijn om randen en lijnen in een beeld aan te geven. Voor de computer ligt dit een stuk moeilijker. De oorzaak hiervan is, dat een beeld altijd wel verstoord is door, bijvoorbeeld, ruis en/of onscherpte. Als het contrast in een overgang kleiner is dan het ruisniveau zal de detectie van deze overgang zwaar bemoeilijkt worden. De mens lost dit op door veel voorkennis omtrent de scene in te schakelen. Hiermee wordt de door storing ontbrekende informatie aangevuld. De wijze waarop de mens deze voorkennis opslaat in zijn geheugen en deze later benut, is nog grotendeels onbekend. De opslag van relevante voorkennis in een computergeheugen en de benutting van deze voorkennis in beeldinterpretatie is momenteel onderwerp van onderzoek in vele research instituten.

Het onderzoek naar methoden voor rand- en lijndetectie in beelden is niet nieuw. De eerste algorithmen hiervoor zijn voornamelijk verkregen met "trial-and-error" methoden. In de afgelopen tien jaar is, mede dankzij de komst van krachtiger computers, het ontwerpproces mehodischer geworden. Licht-overgangen in het beeld worden daarbij modelmatig beschreven. D.w.z. dat de van belang zijnde aspecten van een overgang in mathematische termen worden gevat. Vervolgens wordt er wiskundig een criterium geformuleerd, waarin de prestaties van een detector wordt uitgedrukt. Tenslotte wordt de detector bepaald, die binnen dat model en volgens dat criterium, beter is dan elke andere detector.

De zogenaamde "optimaliteit" van detectors die op deze wijze tot stand gekomen zijn, kunnen op drie aspecten bekritiseerd worden:

- Onvolledigheid van een model.
  De optimaliteit van een detector heeft alleen betrekking op situaties, die door het onderliggende model gedekt worden. Is dit model te beperkt, dan is die optimaliteit uiteraard slechts betrekkelijk. Bijvoorbeeld, vele modellen geven geen expliciete formulering voor het feit dat er meerdere licht-overgangen in een beeld bestaan. Toch is dit belangrijk, omdat de aanwezigheid van één zo'n overgang de detectie van een andere overgang bemoeilijkt.
- Relevantie van een optimalisatie-criterium.
  Uiteraard dient een criterium ter zake doende te zijn. Het dient direct of indirect gekoppeld te zijn aan de eisen die in een bepaalde toepassing aan het vision systeem worden gesteld. Doch in sommige detectors (bijvoorbeeld de Marr-Hildreth operator) is de relevantie van het criterium onduidelijk.
- Ontwerpvrijheid.
  De meeste criteria uit de literatuur zijn zodanig geformuleerd, dat de berekeningsstructuur van de te ontwerpen detector al van tevoren vast ligt. De detector is daarmee in een strak keurslijf geperst. De enige ontwerpvrijheid ligt dan in de keuze van bijvoorbeeld coëfficiënten. Er

bestaat echter in zo'n geval geen garantie, dat met een andere berekeningsstructuur er niet een betere detector kan worden ontworpen.

De detectors, die in dit proefschrift ontwikkeld zijn, zijn gebaseerd op een parametrisch, statistisch model, dat uiteindelijk het signaal beschrijft in termen van conditionele covariantie matrices. In één dimensie kan dit model discontinuïteiten in een signaal goed beschrijven. Het model heeft aspecten, die niet gedekt worden door andere modellen, voorgesteld in de literatuur. Bovendien biedt dit model een ruimere ontwerpvrijheid dan bij die andere.

Het 1-dimensionale geval wordt in hoofdstuk 2 beschreven. Hier wordt het betreffende model ontwikkeld. Dit resulteert uiteindelijk in een klasse van detectoren die de naam *cvm*-operators (CoVariance Model) heeft gekregen. Een kwantitatieve vergelijking met enkele operators, die bekend zijn uit de literatuur, leert dat de *cvm*-operators in het 1-dimensionale geval beter presteren dan de andere operators.

Directe generalisatie van de *cvm*-operators naar twee dimensies levert een klasse van operators op die geschikt zijn voor de detectie en lokalisatie van afbeeldingen van kleine, puntvormige voorwerpen. Deze zogenaamde "spots" komen o.m. voor in beelden afkomstig uit de astronomie en radartechnologie. Kenmerkend voor een spot is, dat de afbeelding ervan nagenoeg gelijk is aan de puntspreidingsfunctie van het beeldopnamesysteem. Hoofdstuk 3 beschrijft enige experimenten, waarin het gedrag van de *cvm*-operators kwantitatief getoetst wordt en waarin ze vergeleken worden met andere operators. Het gedrag voldoet aan de verwachtingen met die beperking, dat één modelparameter een discrepantie vertoont tussen voorspelde optimale waarde en gemeten optimale waarde. Een mogelijke oorzaak van deze discrepantie wordt geopperd. Verder bleken de *cvm*-operators beter te presteren dan het welbekende "matched filter".

In tegenstelling tot spots, vertonen randen en lijnen in een beeld onderlinge samenhang. D.w.z. dat een configuratie van randen en lijnen niet willekeurig gekozen kan worden. Immers, punten op contouren en op lijnsegmenten voldoen aan bepaalde nabuureigenschappen. Daarom is het *cvm*-model niet zonder meer volledig geldig voor de beschrijving van deze licht-overgangen. Verwaarlozing van deze onnauwkeurigheid leidt niettemin tot een bruikbare set van rand- en lijn-detectors. Dus, ondanks de beperkte geldigheid van het model, is dit model wel toe te passen in een ontwerpprocedure voor rand- en lijn-detectie. Uiteraard komt hiermee wel de optimaliteit van de operators in het geding.

Om de *cvm*-operators te kunnen evalueren is er een testomgeving nodig. Zo'n testomgeving bestaat ten eerste uit een mechanisme, waarmee testbeelden kunnen worden gecreëerd met goed gedefinieerde condities. Ten tweede is er een foutmaat nodig, die het verschil uitdrukt tussen gewenst gedrag van een operator en zijn werkelijk gedrag. Met deze testbeelden en zo'n foutmaat kan de prestatie van de *cvm*-operators vergeleken worden met operators, die al bekend zijn uit de literatuur. Bovendien kan men met zo'n testomgeving een operator fijn afstemmen op beelden zoals die in de praktijk voorkomen. Dit onderwerp wordt behandeld in hoofdstuk 4.

Hoofdstuk 4 behandelt voorts het ontwerp van lijndetectors. Lijnen kenmerken zich in het beeld doordat de afbeelding ervan lokaal benaderd wordt door de lijnspreidingsfunctie van het opname-systeem. Het blijkt, dat de optimale modelparameters onder gemeten omstandigheden belangrijk verschillen met de voorspelde parameters. Dit geeft een indicatie dat het *cvm*-model inderdaad niet geheel geldig is voor lijnen. Desalniettemin scoren de *cvm*-operators gemiddeld beter dan de onderzochte operators uit de literatuur. Dit suggereert, dat de modellen uit de literatuur nog minder realistisch zijn, of dat de ontwerpvrijheid bij deze operators te beperkt is.

Hoofdstuk 5 heeft betrekking op stapvormige overgangen in het beeld. Hier wordt de beelddata in de omgeving van een overgang lokaal benaderd door de ESF (edge spread function). De resultaten in dit hoofdstuk zijn overeenkomstig met die van hoofdstuk 4, met dien verstande, dat hier de Canny operator behoorlijk concurrerend is t.o.v. de *cvm*-operators. In sommige situaties is de Canny operator zelfs te prefereren. Een zwak aspect van de Canny operator blijkt te zijn dat deze slecht presteert bij bifurcaties (d.w.z. T-splitsingen in randen, zoals bij de hoekpunten van een kubus). Ook de *cvm*-operator heeft daar moeite mee, maar minder ernstig dan de Canny operator.

Tenslotte worden in hoofdstuk 6 enkele suggesties gegeven, waarmee het *cvm*-model ruimer toepasbaar te maken is.

* * *

AN INTEGRATED-OPTICS INTENSITY MODULATOR BASED ON MODE COUPLING

Door H.M.M. Klein Koerkamp

19 maart 1992

Promotor: Prof.dr. Th.J.A. Popma

In dit proefschrift wordt een nieuw modulatie principe beschreven dat toegepast kan worden in geïntegreerd optische intensiteitsmodulatoren voor telecommunicatie doeleinden. Het modulatie principe is gebaseerd op mode-koppeling tussen een verliesvrije passieve golfgeleider en een dempende electro-optische golfgeleider. Er is gebruik gemaakt van een optisch niet-lineair zijketen polymeer als electro-optisch medium.

Hoofdstuk 1 start met een algemene inleiding in de geïntegreerde optica. Deze inleiding is noodzakelijk voor het begrip van de rest van de hoofdstukken. Vervolgens worden de belangrijkste aspecten van een coherent optisch telecommunicatie netwerk besproken. Speciale aandacht wordt hierbij besteed aan de externe intensiteitsmodulator in het zender gedeelte.

In hoofdstuk 2 wordt het proces van mode-koppeling tussen een verliesvrije en een absorberende golfgeleider besproken in termen van een genormaliseerd fase-verschil en een genormaliseerde demping. Hierbij wordt gebruik gemaakt van "coupled-mode" theorie. Twee theoretische modellen, te weten de "Overlap-Integraal Methode" en het "Leaky-Wave model", worden gegeven voor het berekenen van de performance van de gerealiseerde modulator structuren. De electro-optische golfgeleider wordt gevormd door twee dunne metaal electrodes met daar tussenin het electro-optische medium. Nagegaan wordt in hoeverre de golfgeleider modi, die kunnen propageren in dit type structuren, bruikbaar zijn voor toepassing in de electro-optische intensiteitsmodulator.

Hoofdstuk 3 behandelt de technologische aspecten en de karakterisatie methoden die noodzakelijk zijn voor het realiseren van de modulator structuren. De resultaten van de karakterisatie methoden, die gebaseerd zijn op optische golfgeleiding in meerlagen structuren, worden enerzijds gebruikt voor terugkoppeling naar de technologische processen en anderzijds als invoer parameters voor simulatieprogrammatuur. De verliesvrije passieve golfgeleider is vervaardigd van dunne-film silicium oxynitride (SiO_xN_y) dat gemaakt is met behulp van Plasma Enhanced Chemical Vapour Deposition (PECVD). De brekingsindex van SiO_xN_y hangt af van de zuurstof/stikstof verhouding in de laag en kan beïnvloed worden door middel van de N_2O-flow tijdens het depositieproces. De relatie tussen de N_2O-flow tijdens depositie en de resulterende brekingsindex is onderzocht.

Voor het verkrijgen van een lineair electro-optisch gedrag zijn de actieve zijgroepen van het polymeer, met behulp van een extern electrisch veld, gericht (gepoold), waardoor er een voorkeursoriëntatie ontstaat. De grootte van het lineair electro-optische effect hangt af van de mate van uitlijning

die bereikt is tijdens dit poolproces. Een meetmethode is ontwikkeld om de lineaire en kwadratische electro-optische coëfficiënten van dunne (gepoolde) polymeerlagen te kunnen bepalen. In hoofdstuk 4 wordt eerst een fenomenologische beschrijving gegeven van de niet-lineaire optica, waarbij speciaal aandacht wordt besteed aan het lineair en kwadratisch electro-optisch effect. Vervolgens wordt de hierboven genoemde meetmethode besproken. Er zijn metingen verricht bij drie verschillende golflengten. De resultaten stemmen goed overeen met de golflengte-afhankelijkheid die volgt uit een twee-niveau model. Dit geeft aan dat de gemeten effecten hoofdzakelijk electronisch van oorsprong moeten zijn.

Het ontwerp en de realisatie van de intensiteitsmodulator, als ook de bereikte experimentele resultaten, worden besproken in hoofdstuk 5. Voor twee modulatoren, werkend bij een golflengte van respectievelijk λ=632.8nm en λ=1523nm, zijn extinctie ratios bereikt van 0.66-0.76dB (±16-19% modulatie) bij een modulatie spanning van 80V. De performance van deze modulatoren kan sterk verbeterd worden door optimalisatie van de "matching" van beide golfgeleiders, het verlagen van de demping in het silicium oxynitride voor λ=1523nm en verbetering van het poolproces dat gebruikt is voor het uitrichten van de actieve zijgroepen van het optisch niet-lineaire polymeer.

Tenslotte worden, in hoofdstuk 6, de algemene conclusies weergegeven en worden er aanbevelingen gedaan voor toekomstig onderzoek.

* * *

SUPERVISORY CONTROL OF MODE-SWITCH PROCESSES

Door R.A. Hilhorst

19 maart 1992

Promotor: Prof.dr.ir. J. van Amerongen

Dit proefschrift beschrijft een nieuwe benadering voor adaptieve regeling, die speciaal geschikt is voor *"mode-switch" processen.* In hoofdstuk 1 worden mode-switch processen gedefinieerd en met voorbeelden geïllustreerd. Een adequate regeling vereist dat in de omgeving van een aantal werkpunten, de gegevens gerelateerd aan elk werkpunt worden opgeslagen in een geheugen en daar indien nodig weer uit opgehaald kunnen worden. Deze omgeving van een werkpunt wordt een *mode* genoemd. Een monitor bekijkt of de huidige regelprestatie al dan niet acceptabel is. Een *"supervisor"* coördineert de mode-herkenning, de opslag en het terughalen van gegevens en de monitor. Het complete concept wordt *"supervisory control"* genoemd.

In hoofdstuk 2 worden de begrippen *operatievector, mode-centrum* en *operatieruimte* gedefinieerd. Verondersteld wordt dat voor elk mode-centrum een lineair model verkregen kan worden, dat nauwkeurig het locale dynamische gedrag rond dat centrum beschrijft. Gebaseerd op dat model kan een lineaire regelaar ontworpen worden. Afhankelijk van het gekozen aantal mode centra en de gekozen afstandsmaat is een minimum aantal modes nodig om de operatieruimte op te spannen.

In hoofdstuk 3 wordt de *detectie* van modes besproken. Drie types worden besproken, namelijk de *regelmode* (een verzameling van werkpunten waarin een constante lineaire regelaar goede prestaties levert), de *operatiemode* (een verzameling van werkpunten rond een mode-centrum) en de *modelmode* (een verzameling van werkpunten, waarin ongeveer dezelfde lineaire dynamica wordt aangetroffen). De detectie van een regelmode vereist dat de verschillende regelaars achtereenvolgens in de regellus worden geïnstalleerd. Daarna wordt op grond van de gemeten regelprestaties de beste regelaar geselecteerd. De detectie van een operatiemode vereist volledige meetbaarheid van de vector die het werkpunt vastlegt. In het algemeen is dit niet het geval. De detectie van een modelmode vereist, dat de modellen parallel lopen met het proces. Vergeleken met de detectie van een regelmode en een operatiemode legt de detectie van een modelmode de minste beperkingen op aan het proces. Om een middenweg te vinden tussen ongevoeligheid voor ruis en het volgen van modeveranderingen, is gebruik gemaakt van een adaptief exponentieel vergeetschema.

Modebeheer, beschreven in hoofdstuk 4, omvat de opslag van nieuwe modes, de verwijdering van oude modes en het verwezenlijken van geleidelijk veranderende stuursignalen op het ogenblik van een mode-verandering.

In hoofdstuk 5 wordt een aantal *simulaties* beschreven die de toepasbaarheid van supervisory control laten zien. Ofschoon supervisory control van mode-switch processen oorspronkelijk gemotiveerd was vanuit de procesindustrie, kan het concept ook worden toegepast op robots. Robots die lasten moeten vervoeren, vertonen bijvoorbeeld ook een mode-switch gedrag. De invloed van het aantal modellen op de regelprestatie is bestudeerd aan de hand van een wiskundig model van een hangende twee-assige robot arm. Wanneer ruis in de snelheidsmetingen aanwezig is, blijkt dat de modelmode-detectie beschreven in hoofdstuk 3 de mogelijkheid heeft om een goede middenweg te vinden tussen ongevoeligheid voor ruis en het volgen van modeveranderingen.

In hoofdstuk 6 wordt supervisory control toegepast op *twee experimentele opstellingen*, waarbij voldaan moet worden aan real-time eisen. Dit is gerealiseerd door gebruik te maken van het parallellisme in de modedetectiemethode en door gebruik te maken van parallelle hardware in de vorm van transputers. Er zijn experimenten uitgevoerd op een flexibele staaf, die lasten met verschillende gewichten moest vervoeren. De verkregen resultaten laten zien dat supervisory control in staat is om veranderingen in de modes snel te volgen. De experimenten laten ook zien dat door het gebruik van supervisory control een betere regelprestatie verkregen kan worden dan met een *vaste* (robuuste) regelaar. Ook zijn experimenten uitgevoerd met een hangende dubbele flexibele robot arm. Hierbij verandert de gelineariseerde dynamica met de positie, waardoor dynamicaveranderingen snel plaatsvinden. Ook in dit geval kunnen door het gebruik van supervisory control betere regelprestaties verkregen worden dan met een enkele regelaar.

Tenslotte worden in hoofdstuk 7 conclusies getrokken en suggesties voor verder onderzoek gegeven.

* * *

SINGLE FIBER ACTION POTENTIALS IN INHOMOGENEOUSLY CONDUCTING SKELETAL MUSCLE

Door B.K. van Veen

10 april 1992

Promotor: Prof.dr. H.B.K. Boom

Een geëxciteerde spiervezel injecteert een elektrische stroom in het omliggende medium. Dankzij de elektrische geleiding van deze stroom door het weefsel ontstaat er een extracellulaire aktiepotentiaal, oftewel (vanwege het feit dat de bron bestaat uit één enkele vezel) een zogenaamde Single-Fiber-Aktie-Potentiaal (SFAP). Aangezien de SFAP het basiselement is van het elektromyogram (EMG) is het signaal veelvuldig onderwerp geweest van onderzoek, zowel experimenteel als theoretisch. In theoretische onderzoeken wordt een skeletspier over het algemeen beschreven als een anisotrope, homogene volumegeleider. Deze impliciete veronderstelling is echter in tegenspraak met de werkelijke, vezelachtige spierstructuur. Spierweefsel

bestaat uit intra- en extracellulaire vloeistof (ieder met verschillende elektrische geleidbaarheden) van elkaar gescheiden door slecht geleidende membranen. Verder bevinden zich in de spier inhomogeniteiten met afwijkende geleidbaarheden, zoals bloedvaten en bindweefselschotten. In dit proefschrift worden verschillende technieken aangewend om het voorwaartse probleem in de elektromyografie op te lossen met in achtneming van dergelijke inhomogeniteiten.

In hoofdstuk 2 wordt een elektrisch netwerk model gepresenteerd waarmee rekening kan worden gehouden met de vezelachtige, frequentie-afhankelijke, mikroscopische structuur van spierweefsel. Dit model werd eerder geïntroduceerd door Albers (proefschrift Universiteit Twente, Enschede, 1987). Albers modelleerde uitsluitend de aktieve vezel en een kleine ring van vezels daaromheen frequentie-afhankelijk. Het model was elektrisch afgesloten met behulp van een oneindig uitgebreide homogene volumegeleider. In hoofdstuk 2 wordt de hele spier voorgesteld als een frequentie-afhankelijke volumegeleider. Deze aanpassing van het netwerkmodel had een aanzienlijke invloed op de potentiaalverdeling binnen het model, maar op de berekening van SFAP's had het nauwelijks invloed. Deze modelresultaten bevestigden, dat de frequentie afhankelijke structuur van de spier uitsluitend van belang is wanneer gekeken wordt dicht in de buurt van de aktieve vezel.

In hoofdstuk 3 wordt het netwerk model nogmaals aangepast. In de experimentele situatie werd de spier (zijnde de EDL van de rat) vrij geprepareerd. Tijdens de experimenten bevond hij zich gedeeltelijk vrij in de lucht. De feitelijke situatie van het netwerkmodel (dat oneindig uitgebreid was) was hiermee niet in overeenstemming. In dit hoofdstuk worden de afmetingen van het model in radiële richting begrensd, zodat een spier kon worden beschouwd met realistische radiële afmetingen. Daarnaast wordt de radiële positie van de aktieve vezel gevarieerd, hetgeen voorheen niet mogelijk was (alleen een centrale positie was mogelijk). Het bleek, dat vlak bij het spieroppervlak de piek-piek amplitude van berekende SFAP's tot een faktor 3 kan opslingeren vergeleken met de onbegrensde situatie.

In hoofdstuk 4 wordt een nieuwe modelaanpak geïntroduceerd. De invloed van inhomogeniteiten zoals bloedvaten en bindweefsel in spierweefsel wordt bestudeerd met behulp van een eindige elementen model. Ook dit model was begrensd in radiële richting. De invloed van de aanwezigheid van bloedvaten op berekende SFAP's was niet groot: De piek-piek amplitude van de SFAP's veranderde slechts 20% ten opzichte van de onverstoorde situatie. Dankzij de aanwezigheid van bindweefselkompartimenten (wat een algemeen voorkomend verschijnsel is in skeletspieren) werd de SFAP-amplitude tot 40% opgeslingerd.

In de meeste modelstudies wordt de SFAP berekend als een convolutie van een functie die de bron beschrijft, met een overdrachtsfunctie die het volumegeleidingsgedrag van het weefsel representeert. Over het algemeen wordt de bron gemodelleerd als een verzameling van stroompolen of als een simpele analytische functie. In hoofdstuk 5 worden diverse bio-elektrische bronnen gebruikt in modelberekeningen van SFAP's. Deze berekeningen werden vergeleken met experimentele resultaten. De beste bron bleek een transmembraanstroom te zijn die direkt was gemeten onder in vitro omstandigheden. Een methode om deze bron te schalen naar in vivo omstandigheden wordt beschreven.

Experimentele methoden waarmee de posities van gemeten SFAP's vastgelegd kunnen worden, worden beschreven in hoofdstuk 6. Met methode 1 kon de afstand tussen de aktieve vezel en de meetplaats van de SFAP bepaald worden. Met methode 2 konden per opname 7 SFAP's tegelijkertijd met behulp van een multi-elektrode worden gemeten. Op die manier kon het relatieve verloop van de SFAP-amplitude als een functie van de opnameplaats bepaald worden. De meetresultaten waren niet in overeenstemming met de modelvoorspellingen. Vooral op grote radiële afstand van de aktieve vezel waren de piek-piek amplitudes van de gemeten SFAP's hoger dan verwacht. Bij methode 2 werd een glad verloop van de piek-piek amplitude van de SFAP's langs de multi-elektrode verwacht. Slechts zelden werd een dergelijk glad verloop gevonden. De afwijkingen konden slechts gedeeltelijk worden verklaard met behulp van de modellen die in de voorgaande hoofdstukken werden gepresenteerd.

Zowel de experimentele data als de modelresultaten die gepresenteerd worden in dit proefschrift, laten zien dat vele aspecten bijdragen aan de karakteristieken van de Single-Fiber-Aktie-Potentiaal:

- Op microscopisch niveau kan de invloed van de frekwentie-afhankelijke, vezelachtige struktuur van de spier van belang zijn.
- Op dezelfde mikroskopische schaal dient de invloed van onregelmatigheden in de spier meegenomen te worden in de modelberekeningen.
- De posities van de aktieve vezel en de meetplek van de SFAP ten opzichte van de spierrand zijn van belang.
- De karakteristieken van de bio-elektrische bron kunnen kritisch doorwerken in SFAP berekeningen. Met behulp van een simpele mathematische beschrijving is het niet goed mogelijk om zowel de bron als de SFAP korrekt te beschrijven.
- Het elektrisch gedrag van skeletspierweefsel kan niet goed beschreven worden met behulp van de huidige volumegeleidingstheorie. Verder onderzoek naar de eigenschappen van de volumegeleider en de bron is noodzakelijk. Dergelijk onderzoek zou bij kunnen dragen tot het begrip van de experimentele resultaten zoals beschreven in hoofdstuk 6.

* * *

ALL-OPTICAL SWITCHING IN NONLINEAR INTEGRATED OPTIC DEVICES

Door G.J.M. Krijnen
15 mei 1992
Promotor: Prof.dr. Th.J.A. Popma

Hoofdstuk 1 vormt een algemene inleiding tot het proefschrift. De rol van de geïntegreerde optika in de telecommunikatie wordt kort toegelicht. Het gebruik van AC-Kerr materialen in geïntegreerde optische schakelaars wordt behandeld en de doelstellingen en het karakter van het promotie werk worden besproken.

In hoofdstuk 2 wordt een strategie ten behoeve van het ontwerpen van geïntegreerde optische componenten geïntroduceerd. Hierbij worden verschillende, onderling samenhangende, niveaus onderscheiden hetgeen het mogelijk maakt ontwerp processen systematisch te benaderen. Bovendien kunnen door toepassing van deze strategie de kennis, analyse, simulaties, materialen, technologieën en karakterisatie methoden, zoals nodig bij het ontwerpen, goed onderkend worden. De iteratieve aard van ontwerp processen wordt in de strategie tot uitdrukking gebracht. Belangrijke aspekten van de strategie worden in het proefschrift belicht.

De voortplanting van licht door zowel lineaire als niet-lineaire golfgeleider strukturen wordt in hoofdstuk 3 behandeld. Hierbij dienen de Maxwell vergelijkingen als uitgangspunt. De beschrijving van de voortplanting van licht in termen van geleide- en stralings-modi wordt benadrukt en belangrijke aspekten van deze modi worden besproken. Er wordt een methode geïntroduceerd voor het berekenen van velden die zich zonder diffractie kunnen voortplanten door niet-lineaire golfgeleiders (de zogeheten "zelf-consistente veld-profielen"). Een belangrijke eigenschap van deze

methode is het feit dat hij uitgaat van het vermogen in een modus. De toepasbaarheid van de methode op strukturen met gangbare niet-lineariteit wordt gedemonstreerd. Het blijkt echter dat bij berekeningen aan strukturen met uitzonderlijk grote niet-lineariteit bij bepaalde modi numerieke oscillaties kunnen optreden. In dit hoofdstuk wordt de Effectieve Index Methode tot niet-lineaire strukturen uitgebreid waardoor de analyse van een grote groep van niet-lineaire kanaal golfgeleiders sterk vereenvoudigd wordt.

Hoofdstuk 4 behandelt vijf verschillende methoden voor het beschrijven van licht dat zich voortplant door lichtgeleiders waarvan de struktuur met de voortplantingsrichting verandert. De toepasbaarheid van de verschillende methoden wordt vergeleken en nagegaan wordt in welke ontwerp fases ze bij uitstek gebruikt kunnen worden. Deze methodes zijn de Theorie van Gekoppelde Modi (CMA), de Theorie van Propagerende Modi (PMA), de Bundel-Propagatie Methode gebaseerd op Fourier Transformaties (FTBPM), de Eindige Verschil Bundel-Propagatie Methode (FDBPM) en de Komponent Transfer-Matrix Methode (DTMM). Van de besproken methoden blijkt dat de CMA het meest geschikt is voor het verkrijgen van fysisch inzicht omdat het de enige methode is waarmee, weliswaar benaderende, analytische uitdrukkingen kunnen worden verkregen, dat de FDBPM de meeste mogelijkheden biedt voor het bestuderen van de vele details van licht voortplanting en dat de DTMM in het bijzonder geschikt is om op simpele wijze het gedrag van samengestelde strukturen te berekenen. Van de laatste methode is een uitbreiding voorgesteld waarmee de invloed van intermodale fase-verschillen op het totale gedrag van samengestelde strukturen berekend kan worden.

Hoofdstuk 5 gaat in op de vele gebruiks-mogelijkheden van Y-juncties en tralies. Onderling zeer verschillende Y-juncties zijn geanalyseerd met behulp van FDBPM. Er blijkt een zeer eenvoudige analytische uitdrukking voor de modale vermogens-verdeling aan de uitgang van de Y-juncties opgesteld te kunnen worden. De enige parameter in deze uitdrukking is de mode-konversie faktor (MCF). In de literatuur gegeven vermogensverdelingen, zoals gemeten aan de uitgang van elektro-optische Y-junctie schakelaars, blijken goed met de gevonden uitdrukking berekend te kunnen worden. CMA, PMA en FDBPM berekeningen van co-directionele koppeling in tralie strukturen wordt besproken. Dit spitst zich toe op de vraag naar de geldigheid van de CMA uitdrukkingen voor systemen met sterke koppeling. Uit de resultaten kan gekonkludeerd worden dat afstraling-verliezen een belangrijke rol spelen en dat de tralie-periode die nodig is voor fasekorrekte koppeling met zorg moet worden bepaald.

In hoofdstuk 6 worden drie koncepten voor opto-optisch schakelen en versterken in detail behandeld: niet-lineaire modus konversie met behulp van een tralie (NGMC), interferometrie (een niet-lineaire Mach-Zehnder interferometer, NMZI) en modus konversie in een niet-lineaire asymmetrische Y-junctie (NAY). De koncepten zelf en het gedrag van de schakelaars worden kwalitatief en kwantitatief besproken. Benaderende analytische uitdrukkingen voor het schakelgedrag en het vermogen dat voor schakelen nodig is worden afgeleid. Van de onderzochte koncepten blijkt de NMZI het minst kritisch te zijn: zo blijkt bijvoorbeeld het pomp-vermogen willekeurig gekozen te kunnen worden. Uit een vergelijking van de benodigde genormaliseerde schakel-vermogens blijkt dat geen van de drie strukturen opmerkelijk beter presteert dan de andere. Simulaties, uitgevoerd ter modellering van de NMZI, laten tevens een sterke niet-lineaire modus koppeling zien die aanleiding geeft tot nieuwe vragen over de interaktie van modi in niet-lineaire golfgeleiders en de modellering hiervan.

In hoofdstuk 7 wordt het nut van het gebruik van standaard processen bij het ontwerpen en realiseren van complexe geïntegreerde schakelingen beargumenteerd. Enkele aspecten van de ontwikkeling van dergelijke processen worden besproken.

Een technologisch proces om niet-lineaire schakelaars te realiseren en experimenten met een optisch niet-lineair DANS polymeer vormen de onderwerpen van hoofdstuk 8. Het "bleken" van het DANS polymeer, een proces dat gebruikt kan worden voor het vormgeven van golfgeleiders, wordt gedetailleerd besproken. Bleek-experimenten met een lichtbundel met een breed spectrum alsook met een nagenoeg mono-chromatische bundel worden gepresenteerd en besproken. De resultaten laten zien dat brekings index veranderingen, gemeten bij een golflengte van 1.32 μm, van 0.05 mogelijk zijn en dat de bleek curves sterk afhangen van de spectrale samenstelling van het gebruikte licht. Een eenvoudig model wordt geïntroduceerd voor het beschrijven van het bleek proces bewerkstelligd door een monochromatische bundel. Het model bevat slechts vier parameters waarvan er drie eenvoudig gemeten kunnen worden terwijl de vierde, die dienst doet als schaal parameter ten opzichte van de tijdas, door resultaat vergelijking bepaald moet worden. Het model blijkt het verloop van de effectieve brekings index tijdens het bleken goed te voorspellen. Als laatste wordt de gevoeligheid van de modus konversie in tralie strukturen voor kleine technologische onvolmaaktheden nagegaan.

Uiteindelijk wordt in hoofdstuk 9 ingegaan op het ontwerp van een samengestelde struktuur waaraan opto-optisch schakelen kan worden gedemonstreerd. Het voorgestelde ontwerp bevat verscheidene optische functies die zorg dragen voor de vorming en de modulatie van de benodigde ingangs-signalen en de generatie van meetbare uitgangs-signalen.

* * *

CHEMICAL VAPOUR DEPOSITION OF TUNGSTEN FOR THE APPLICATION IN INTEGRATED CIRCUITS

Door A. Hasper

11 juni 1992

Promotoren: Prof.dr. J.F. Verweij en Prof.dr. H. Wallinga

De studie, beschreven in dit proefschrift, betreft de depositie van wolfraam voor de toepassing in geïntegreerde schakelingen (IC's). Voor de groei van wolfraam is gebruik gemaakt van een chemische reactie van wolfraamhexafluoride (WF_6) met silicium, silaan of waterstof. De reactie vindt plaats aan het oppervlak van een verhitte siliciumplak. Aangezien de pakkingsdichtheid in de IC-technologie nog steeds toeneemt, zijn er depositiemethoden nodig die een uitstekende stapbedekking opleveren. De methode, waar door middel van een chemische reactie aan het siliciumoppervlak een laag ontstaat, is hiervoor uitermate geschikt. Andere technieken om de lagen aan te brengen, zoals de opdamp- en sputtertechniek, zullen in de toekomst binnen de IC-technologie steeds minder worden toegepast, omdat deze een slechtere stapbedekking opleveren. Een bijkomend voordeel van wolfraam is dat dit metaal, in tegenstelling tot aluminium, goed bestand is tegen hoge stroomdichtheden, waardoor een hoge betrouwbaarheid wordt verkregen.

Het heeft voordelen om voor de depositie van wolfraam een zogenaamde koude wand reactor toe te passen. Hierin wordt de siliciumplak verwarmd door een verhittingselement in de reactor, terwijl de andere delen gekoeld worden. Echter, dit type reactor introduceert ook enkele problemen. Eén daarvan is de bepaling van de werkelijke plaktemperatuur. Bovendien is deze afhankelijk van tal van procescondities, zoals totaaldruk en gassamenstelling. In hoofdstuk 2 wordt een model geïntroduceerd, waarmee de temperatuur van de silicium plak kan worden voorspeld aan de hand van de procescondities en de verschillende soorten lagen aan voor- en achterzijde van de plak. Uit de overeenstemming tussen het geformuleerde model en

metingen van de plaktemperatuur kan geconcludeerd worden dat het warmtetransport in de koude wand reactor goed beschreven wordt door straling en gasgeleiding.

Een ander verschijnsel in koude wand reactoren is dat er, ook bij een lage omzettingsgraad van de reactanten, grote concentratiegradiënten kunnen ontstaan in het gasmengsel. Hierdoor zijn de procescondities aan de instroom van de reactor sterk afwijkend van die op het groeiende oppervlak. Modelstudies, uitgevoerd aan de Technische Universiteit Delft met het aldaar aanwezige numerieke model van de reactor, toonden aan dat deze verschijnselen verklaard konden worden door thermodiffusie. Experimenten betreffende dit verschijnsel gaven een goede overeenkomst tussen groeisnelheden, berekend door het reactormodel, enerzijds en de experimenteel gevonden waarden anderzijds. Tegenstrijdigheden in de literatuur betreffende de kinetiek van de WF_6 reactie met waterstof konden hierdoor gedeeltelijk worden verklaard. De experimenten en de reactor model simulaties worden in hoofdstuk 3 beschreven.

In hoofdstuk 4 wordt een model beschreven dat het mogelijk maakt de stapbedekking van de wolfraamdepositie te voorspellen. In dit hoofdstuk wordt opnieuw gebruik gemaakt van het reactor model. De concentraties aan het groeiende oppervlak, zoals deze door het reactor model zijn berekend, werden gebruikt als randvoorwaarde voor het numerieke stapbedekkingsmodel. De voorspelde stapbedekkingswaarden van het waterstofproces kwamen zeer goed overeen met de experimentele resultaten. Met behulp van de gecombineerde modellen kon een depositieproces worden geoptimaliseerd voor het vullen van contactgaten. Het geoptimaliseerde proces leidt tot een hoge en uniforme groeisnelheid bij een uitstekende stapbedekking, terwijl het gebruik van het WF_6 gas laag blijft. De voorspelde proceskarakteristieken werden experimenteel bevestigd.

De stapbedekking, die verkregen kan worden met het waterstofproces, is beter dan die met het silaanproces. De experimenteel gevonden stapbedekkingswaarden van het silaanproces waren lager dan op grond van de modelstudies kon worden verwacht. Deze discrepantie wordt verklaard door een gebrek aan kinetische gegevens betreffende het silaanproces.

De electrische eigenschappen, zoals lekstroom en contactweerstand, van met wolfraam gevulde contactgaten naar n^+- of p^+-gebieden zijn beschreven in hoofdstuk 5. Verder werd de invloed van verschillende pré-depositie reinigingsmethoden op de electrische eigenschappen onderzocht. Uit de resultaten bleek dat de contacten, gevuld door zowel het waterstofproces als het silaanproces, van slechte kwaliteit waren. De via het waterstofproces gevulde contactgaten hadden een goede contactweerstand, maar gaven een hoge lekstroom. Daarentegen gaven de contactgaten gevuld via het silaanproces lage lekstromen, maar hoge contactweerstanden. De contactgaten, gevuld door middel van het silaanproces, gaven vooral naar de met boor geïmplanteerde gebieden een hoge contactweerstand. Dit werd, behalve door de slechte nucleatie en hechting van dit proces op het silicium, toegeschreven aan een electrische deactivatie van het boor-atoom door atomair waterstof. Het atomaire waterstof wordt gevormd tijdens de depositie van wolfraam. Goede electrische eigenschappen worden wel verkregen door schoongeëtst silicium in de contactgaten te laten reageren met WF_6. Dit resulteert in een dunne laag wolfraam in de contacten. Wordt het contact hierna verder opgevuld via het silaanproces, dan blijven de goede electrische eigenschappen bewaard.

De integratie van wolfraam en wolfraam-silicide in het BiCMOS-proces van de Universiteit Twente is beschreven in hoofdstuk 6. Wolfraam wordt in het vernieuwde dubbelmetaal-proces gebruikt voor het eerste bedradingsniveau. Ter verlaging van de vierkantsweerstand en de contactweerstand naar het tweede polysilicium wordt op de polysiliciumlaag een wolfraam-silicide gedeponeerd. Dit resulteert in een verlaging van de vierkantsweerstand met een factor tien en een verbetering van de contactweerstand met een factor 75. Aangezien wolfraam een hogere soortelijke weerstand heeft dan aluminium is er aandacht gegeven aan de invloed van de bedradingsweerstand op de vertraging in een IC-ontwerp. Hiervoor is een simpel model opgesteld en de vertraging is vervolgens gemeten aan ringoscillatoren. Het resultaat hiervan is dat de vertraging meestal niet wordt bepaald door de weerstand van de bedrading. Hierdoor kunnen de meeste verbindingen in een IC-ontwerp worden ontworpen in een metaal met een wat hogere weerstand, zoals wolfraam, zonder dat dit ten koste gaat van een significant verlies in snelheid.

* * *

VIPMOS - A BURIED INJECTOR STRUCTURE FOR NON-VOLATILE MEMORY APPLICATIONS

Door G.J. Hemink

11 juni 1992

Promotoren: Prof.dr. H. Wallinga en Prof.dr. J.F. Verweij

In dit proefschrift worden de zogenaamde VIPMOS structuur en een aantal toepassingen van deze structuur in niet-vluchtige halfgeleider geheugens (EEPROM's) behandeld. Het acroniem VIPMOS staat voor Vertical Injection Punch-through based MOS. Kenmerkend voor de VIPMOS structuur is dat een begraven injector wordt gecombineerd met substraat hete electronen injectie. Op deze manier is het mogelijk om op efficiënte wijze EEPROM cellen te programmeren. Omdat het programmeren met behulp van de begraven injector op een goed controleerbare wijze uitgevoerd kan worden is deze structuur ook geschikt voor toepassing in analoge schakelingen. De VIPMOS structuur kan met behulp van hoge energie ionenimplantatie worden gerealiseerd.

Het VIPMOS proces is gebaseerd op het UT-BiCMOS proces. In het VIPMOS proces kunnen naast EEPROM's en NMOS en PMOS transistoren ook zogenaamde hoogspannings NMOS en PMOS transistoren worden gerealiseerd. Deze hoogspanningstransistoren zijn noodzakelijk om de hoge spanningen, die in een EEPROM geheugen noodzakelijk zijn voor het programmeren en wissen van de geheugen cellen, te kunnen schakelen. De hoogspanningstransistoren kunnen worden gebruikt om spanningen tot ongeveer 20 Volt te schakelen.

De optimalisatie van de VIPMOS structuur is onderzocht. Er wordt aangetoond dat met behulp van geoptimaliseerde injector doteringsprofielen een hoge emissiekans kan worden verkregen bij een lage programmeerspanning. Bij een programmeerspanning van 4.55 V kan een emissiekans van ongeveer $1 \cdot 10^{-3}$ worden verkregen. Bij een spanning van 3.13 V is een emissiekans van ongeveer $1 \cdot 10^{-4}$ haalbaar. De combinatie van een hoge emissiekans en een lage benodigde programmeerspanning maakt het mogelijk om de voedingsspanning van een geheugen te verlagen bij een gelijkblijvende programmeersnelheid.

Twee toepassingen van de VIPMOS structuur worden besproken. Een analoog programmeerbare niet-vluchtige spanningsbron is ontworpen en gerealiseerd om de geschiktheid van de VIPMOS structuur voor het gebruik in analoge schakelingen aan te tonen. Tevens zijn twee verschillende geheugencellen voor gebruik in een digitale geheugenmatrix gerealiseerd. Uit de experimentele resultaten kan de conclusie worden getrokken dat de VIPMOS structuur geschikt is voor zowel digitale als analoge toepassingen.

* * *

ENGINEERING OF DAMAGE IN ION IMPLANTED SILICON

Door J.R. Liefting

18 juni 1992

Promotoren: Prof.dr. H. Wallinga en Prof.dr. F.W. Saris

Ionen implantatie wordt met veel succes in de halfgeleiderindustrie gebruikt om silicium te doteren. De geïmplanteerde ionen veroorzaken echter schade, wat aanleiding geeft tot de vorming van secundaire defecten tijdens een warmtebehandeling. Deze secundaire defecten kunnen een desastreuze invloed hebben op het gedrag van elektronische schakelingen en zijn daarom een belangrijk onderwerp in het hedendaagse onderzoek. Dit proefschrift beschrijft hoe de vorming van secundaire defecten beïnvloed kan worden door een verandering van implantatie- of verwarmingscondities, en hoe dit het gedrag van elektronische schakelingen beïnvloedt.

Hoofdstuk 1 introduceert het criterium voor dislocatievorming (pre-amorfisatie schade) met als voorbeeld 1 MeV indium implantaties. Daar wordt aangetoond dat de eerste defect evolutie tijdens een warmtebehandeling bij 900°C, van hoeveelheden schade net onder en boven de kritische hoeveelheid, in principe hetzelfde is. Maar als de warmtebehandeling voortgezet wordt, blijkt dat alleen voor de grootste hoeveelheid schade de secundaire defecten groot genoeg worden om stabiele dislocaties te kunnen vormen.

Hoofdstuk 2 beschrijft ten eerste een verschil in dislocatievorming na implantatie van ionen met lage of hoge massa. Voor dislocatie vorming bij B ionen implantatie is alleen het *totaal* aantal verplaatste Si atomen van belang. Dit *totaal* aantal wordt niet beïnvloed door een verandering in implantatietemperatuur of stroomdichtheid. Voor de 1 MeV In implantaties, waar de implantatieschade hoofdzakelijk uit amorfe zones bestaat, neemt de kritische dosis voor dislocatie vorming toe als de implantatie temperatuur toeneemt. Dit wordt toegeschreven aan de interactie van puntdefecten met rekristalliserende amorfe zones tijdens de hete implantatie. Als de implantatietemperatuur boven 300°C stijgt, neemt de kritische hoeveelheid verplaatste Si atomen af tot $\sim 10^{16}/cm^2$, ongeveer het aantal voor B implantaties waarvoor geen amorfe zones worden gevormd. Ten tweede wordt gedemonstreerd dat 150 keV In implantaties uitgevoerd bij 300°C amorfisatie onderdrukt. Na verwarming tot 900°C ontstaat pre-amorfisatie schade in plaats van *end-of-range* (EOR) dislocaties. Ten derde wordt aangetoond dat EOR-dislocaties niet ontstaan voor amorfiserende 75 keV Ge implantaties uitgevoerd bij vloeibare stikstof temperatuur, omdat het aantal verplaatste Si atomen in het amorf/kristallijne overgangsgebied kleiner is dan het kritische getal nodig voor dislocatievorming.

In hoofdstuk 3 wordt een voorbeeld van "defect engineering" gepresenteerd. Eénstaps implantaties van B, P en As resulteren in dislocaties na een warmtebehandeling. Hogere doses kunnen echter geïmplanteerd worden als een serie van implantatie- en verwarmingsstappen wordt toegepast, waarbij elke implantatiestap een sub-kritische hoeveelheid schade veroorzaakt.

Hoofdstuk 4 laat zien dat C een uitzondering op het criterium voor dislocatievorming is omdat dislocaties niet ontstaan voor C implantaties, zelfs niet voor doses 100 keer groter dan nodig voor B implantaties. Het idee is dat C een interactie aangaat met de verplaatste Si atomen en op die manier vermijdt dat de interstitiëlen samenklonteren en dislocaties vormen. C blijkt ook in staat de vorming van dislocaties tegen te gaan van mede geïmplanteerde B ionen. De C dosis, welke nodig is om dislocaties bij de B implantatie tegen te gaan, neemt niet-lineair toe met de B dosis. Speciale C gerelateerde secundaire defecten blijven achter na de warmtebehandeling als de C dosis hoger is dan $4x10^{15}/cm^2$.

Hoofdstuk 5 presenteert resultaten van elektrische metingen aan verticale bipolaire transistoren gemaakt m.b.v. hoge-energie ionen implantatie. Secundaire defecten, resulterend na de warmtebehandeling van de implantatieschade, geven aanleiding tot een verhoogde lekstroom en tot collector-emitter kortsluitingen. Deze kortsluitingen verminderen de opbrengst aan werkende transistoren met grote emitter oppervlaktes tot slechts 30%. De twee methoden van "defect engineering" uit hoofdstuk 3 en 4 zijn geïntroduceerd in het productieproces. Beide methoden blijken in staat om dislocaties te vermijden en de lek in de collector/basis-overgang vermindert dienovereenkomstig. Voor de collectoren welke in 2 stappen waren geïmplanteerd, vertoonde maar 1 van de 30 transistoren een sterk verhoogde collectorstroom bij lage basis-emitter spanning. Voor de collectoren die met extra C geïmplanteerd waren, was de transistoropbrengst zelfs 100%.

Tot nu toe is gesteld dat dislocaties alleen maar een negatieve invloed op de kwaliteit van elektronische schakelingen kunnen hebben. Dit is waar als zij in een actief gebied zitten van een elektronische schakeling en daar metaalverontreinigingen invangen. Maar de schade kan ook op een grotere diepte opgewekt worden, waar het als een absorptielaag voor metaalverontreinigingen zoals Cu kan fungeren. Hoofdstuk 6 laat zien dat het invangen van metaalverontreinigingen voor begraven schade optimaal is bij een verwarmingstemperatuur van 600°C. Als de begraven schade gemaakt wordt op een diepte van enkele micrometers m.b.v. MeV implantaties, kan deze gebruikt worden om Cu uit de actieve gebieden van elektronische schakelingen in te vangen.

Tijdschrift van het Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap

Inhoud

deel 57 – nr. 5/6 – 1992

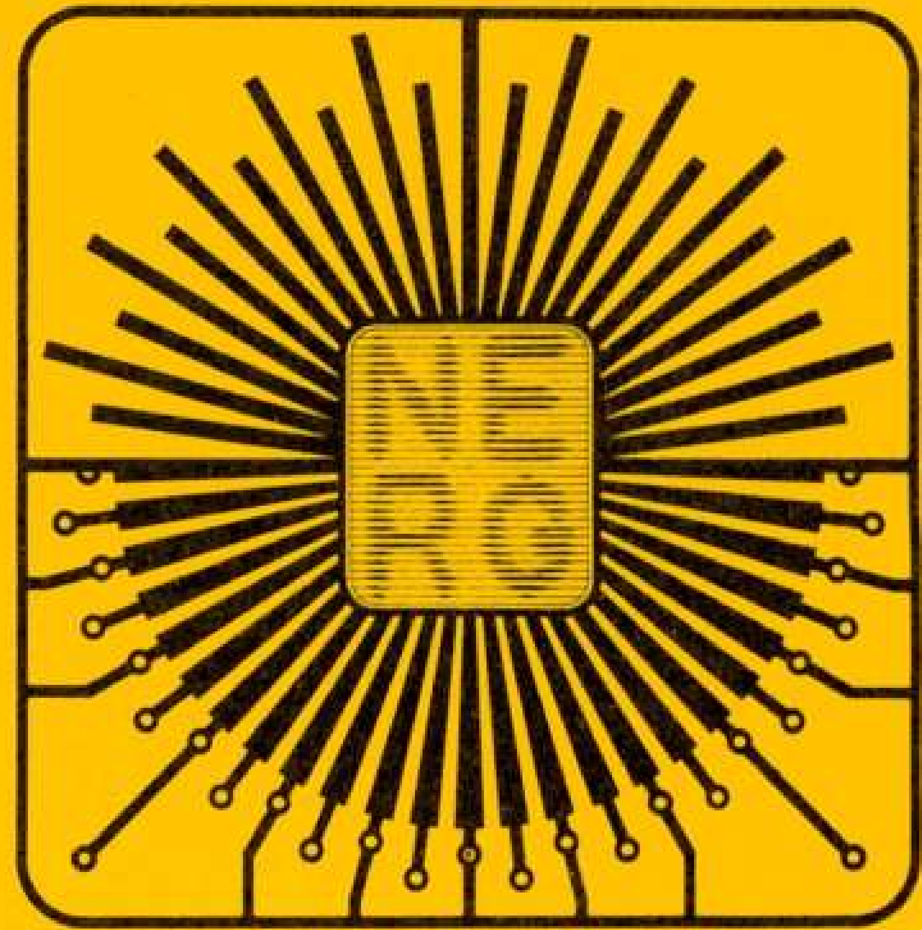
Druk: de Witte, Eindhoven.

Cursus-aankondigingen

PATO

Systematisch ontwerpen in een multi-disciplinaire omgeving; 19, 20, 26 en 27 januari 1993 in Utrecht.

Contactadres: Stichting PATO, Prinsessegracht 23; Postbus 30424, 2500 GK Den Haag. Tel. 070-3644957. Fax 070-3562722.



Concept programma NERG voorjaar 1993

WV+ 407
14 december – avond
Magnetic Resonance Imaging
Academisch Ziekenhuis, Leiden

WV
16 februari – avond
Titel nog niet bekend
Eindhoven

WV = werkvergadering, uitsluitend voor NERG-leden;
WV+ = werkvergadering, voor NERG-, AES- en IEEE-leden;
WB = werkbezoek, uitsluitend voor NERG-leden;
JV = jaarvergadering, uitsluitend voor NERG-leden;
SMR = seminar.